

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

DISSERTAÇÃO

**PROPRIEDADES DO SOLO, CRESCIMENTO, COMPOSIÇÃO
MINERAL E PRODUÇÃO DO MARACUJAZEIRO AMARELO EM
FUNÇÃO DA ÁGUA SALINA, POTÁSSIO E BIOFERTILIZANTE
BOVINO**

JOSÉ THYAGO AIRES SOUZA

2016



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**PROPRIEDADES DO SOLO, CRESCIMENTO, COMPOSIÇÃO MINERAL E PRODUÇÃO
DO MARACUJAZEIRO AMARELO EM FUNÇÃO DA ÁGUA SALINA, POTÁSSIO E
BIOFERTILIZANTE BOVINO**

JOSÉ THYAGO AIRES SOUZA

Sob a Orientação do Professor

Lourival Ferreira Cavalcante

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para obtenção do título de “Mestre em Agronomia”.

Areia-PB

Fevereiro de 2016

*Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da
Biblioteca Setorial do CCA, UFPB, Campus II, Areia – PB.*

S729p Souza, José Thyago Aires.

*Propriedades do solo, crescimento, composição mineral e produção do
maracujazeiro amarelo em função da água salina, potássio e biofertilizante
bovino / José Thyago Aires Souza. - Areia: UFPB/CCA, 2016.*

xviii, 95 f. : il.

*Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Centro de Ciências
Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2017.*

Bibliografia.

Orientador: Lourival Ferreira Cavalcante.

*1. Maracujazeiro amarelo – Água salina 2. Maracujá –
Adubação potássica 3. Passiflora edulis – Biofertilizante bovino I.
Cavalcante, Lourival Ferreira (Orientador) II. Título.*

UFPB/CCA

CDU: 634.776.3(043.3)

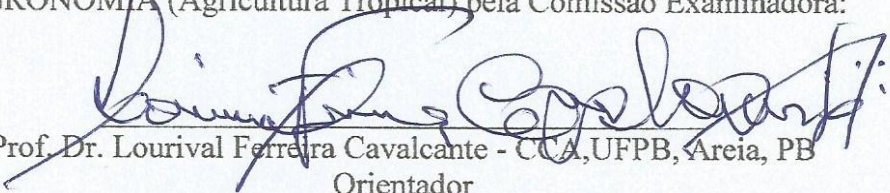
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

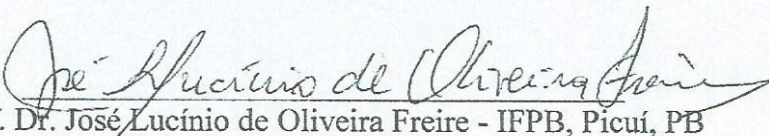
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

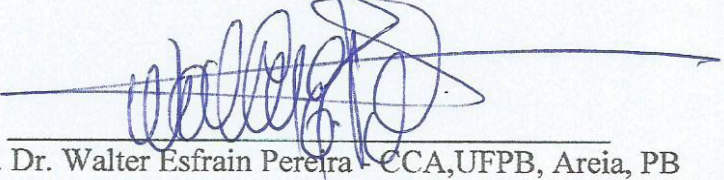
TÍTULO: PROPRIEDADES DO SOLO, CRESCIMENTO, COMPOSIÇÃO MINERAL E PRODUÇÃO DO MARACUJAZEIRO AMARELO EM FUNÇÃO DA ÁGUA SALINA, POTÁSSIO E BIOFERTILIZANTE BOVINO

AUTOR: JOSÉ THYAGO AIRES SOUZA

Aprovado como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE em AGRONOMIA (Agricultura Tropical) pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. Lourival Ferreira Cavalcante - CCA, UFPB, Areia, PB
Orientador


Prof. Dr. José Lucínio de Oliveira Freire - IFPB, Picuí, PB
Examinador


Prof. Dr. Walter Esfrain Pereira - CCA, UFPB, Areia, PB
Examinador

Data da realização: 18 de Fevereiro de 2016.

Presidente da Comissão Examinadora
Dr. Lourival Ferreira Cavalcante
Orientador

HOMENAGEM DE GRATIDÃO

Agradeço a DEUS, pela oportunidade de mais uma conquista, por estar presente em todos os momentos da minha vida, dando-me força para vencer os desafios e os obstáculos da vida.

Aos meus pais, SEBASTIÃO AIRES SOUZA E ANA LUCIA GONÇALVES AIRES SOUZA, pelos ensinamentos, pelo amor, atenção, pelos estímulos e por estarem sempre compartilhando todos os momentos comigo, vocês são meu orgulho, minha inspiração, razão pela qual alcancei tamanho objetivo.

Aos meus avós Paternos, INACIO BATISTA E ANA AIRES e Maternos INACIO AIRES E ANA GONÇALVES (*In memoriam*), pelos ensinamentos, amor e confiança durante o tempo que passamos juntos.

Ao meu irmão, MATEUS INACIO AIRES SOUZA, pela convivência, e por ser uma pessoa tão especial, me apoiando em todos os momentos, deixo aqui minha eterna admiração e gratidão.

À minha esposa MARIA APARECIDA LEITE DE SOUZA AIRES, por todo amor, paciência, respeito e incentivo em todos os momentos.

Ao Prof. Dr. LOURIVAL FERREIRA CAVALCANTE, pela orientação, dedicação, paciência, atenção, amizade, confiança e por ter acreditado no meu potencial, dando-me a honra de poder fazer parte de sua equipe de trabalho.

DEDICO

Às minhas tias: Maria de Lourdes, Eunice, Nazaré e Maria Alice e meus primos André, Felipe, Eliandro, Naldo, Zé Luiz e Gilvania entre outros, por estarem sempre presente, me aconselhando e dando-me força para seguir minha carreira. A vocês, meu muito obrigado pela confiança.

Aos meus sogros, José Bezerra e Gilvanice Leite pelo apoio, companheirismo e confiança.

Aos meus demais parentes pelos ensinamentos, confiança e respeito.

Aos professores Suenildo Josemo Costa Oliveira da UEPB e Walter Esfrain Pereira da UFPB, por terem participado da base da minha educação, pelo respeito e por toda ajuda prestada em todos os momentos. A vocês, minha eterna gratidão.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

À **Deus**, por me permitir o amanhecer de cada dia dando-me o dom da vida, companheiro de todas as horas, por me permitir alcançar todos os meus objetivos, proporcionando-me a oportunidade de aumentar minha sabedoria, dando-me capacidade intelectual e física para realização desta conquista.

Aos meus pais, por toda educação, sabedoria, respeito, carinho, compreensão e amor. Meu muito obrigado por tudo!

Ao meu irmão, Mateus Inácio Aires Souza pelo apoio, carinho, compreensão e por toda confiança em mim depositada.

À minha esposa, Maria Aparecida Leite de Souza Aires, pelo amor, compreensão e apoio.

Aos meus amigos André Aires, Felipe Aires, Valmir Silva, Roberto Ferreira, Clodoaldo Ribeiro, Franklin Correia, Chiquinho Patativa, Aelson Diniz, Nagnaldo Tavares, Raimundo Ribeiro pela amizade, respeito, confiança e pela excelente convivência que tivemos e temos.

À Universidade Federal da Paraíba, por ter me acolhido, por toda infraestrutura e ao Centro de Ciências Agrárias pela oportunidade de poder aprender, me qualificar, contribuindo diretamente para minha formação acadêmica.

À CAPES, pela concessão de bolsa de pesquisa científica para realização deste trabalho.

Ao professor Lourival Ferreira Cavalcante pela paciência, pelos ensinamentos, respeito, amizade e por toda contribuição na minha vida acadêmico-científica e pessoal.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA), por ter me recebido para fazer parte do seu corpo discente.

À todo o corpo docente do Centro de Ciências Agrárias, UFPB, em especial do PPGA, muito obrigado pela participação na minha formação acadêmica.

À equipe LOFECA: Járison, Julyete, Thiago Bezerra, Marlene, Aldeir, Flaviano, Oresca, Expedito, Michael, Alian, Missiemário, Núbia e a todos os funcionários do sítio Macaquinhos, em especial Zezinho, Zé Daniel, Antônio Noêmia e Antônio (Bigode).

Aos meus amigos Jarisson Nunes, Thiago Bezerra, Marcelo Cruz, Kercio Estevam, Thiago Costa, Emannuella Hayanna e Alexandra Leite pela parceria, pela amizade, compreensão e respeito.

Aos meus colegas de mestrado e doutorado: Ricardo, Janailson, Davi, Tony, Itaci, Plácido, Jeferson, Jardélio, George, Demetrius, Jarbas, Jussara, Lucimara, Graça, Luciana,

Juliana (Noni), Kaline, Adelaido...e tantos outros. Obrigado pela boa convivência e por todo respeito!

Aos colegas de convivência diária, e a todos os funcionários que trabalham no Centro de Ciências Agrárias.

À banca examinadora, Prof. Lourival Ferreira Cavalcante, Prof. José Lucínio de Oliveira Freire e Prof. Walter Esfrain Pereira, pela participação, opiniões e idéias mencionadas para o aperfeiçoamento deste trabalho de pesquisa.

Às pessoas que não foram citadas, mas que de forma direta ou indireta contribuíram para que eu realizasse este trabalho.

Muito obrigado!

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	x
LISTA DE FIGURAS.....	xii
RESUMO.....	xvii
ABSTRACT.....	xviii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Expressão econômica do Maracujazeiro Amarelo.....	3
2.2. Água Salina na Agricultura.....	4
2.3. Adubação potássica na Agricultura	5
2.4. O uso de fertilizantes revestidos na agricultura	6
2.5. Biofertilizante e Salinidade.....	7
3. MATERIAL E MÉTODOS	9
3.1. Localização do Experimento, Clima e Solo da Área Experimental	9
3.2. Delineamento experimental e tratamentos.....	11
3.3. Abertura e preparo das covas, da água salina e do biofertilizante bovino.....	11
3.4. Formação das mudas, transplante e condução da cultura.....	13
3.5. Variáveis Analisadas.....	15
3.5.1. Fertilidade e salinidade do solo	15
3.5.2. Avaliações do crescimento das plantas	15
3.5.3. Composição mineral das plantas	16
3.5.4. Trocas gasosas	17
3.5.5. Temperatura e umidade do solo.....	17
3.5.6. Produção.....	17
3.6. Análises Estatísticas.....	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
4.1. Fertilidade, Salinidade e Umidade do Solo	19
4.1.1. Fertilidade do Solo	19
4.1.2. Salinidade do Solo	50
4.1.3. Umidade e Temperatura do Solo	56
4.2. Crescimento, Composição Mineral, Trocas Gasosas e Produção do Maracujazeiro Amarelo	60
4.2.1. Crescimento das Plantas	60
4.2.2. Composição Mineral das Plantas	65
4.2.3. Trocas Gasosas das Plantas.....	75

4.2.4. Produção das Plantas.....	77
5. CONCLUSÕES.....	79
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	80

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Atributos químicos do solo quanto à fertilidade, nas camadas de 0 – 20 e 21 – 40 cm e do esterco bovino, antes da preparação das covas.	10
Tabela 2. Atributos químicos do solo, quanto à salinidade, e físicos antes da instalação do experimento, nas camadas de 0 – 20 cm e de 21 – 40 cm, média de três repetições, uma por bloco.....	10
Tabela 3. Tratamentos utilizados no experimento.....	11
Tabela 4. Caracterização das águas e das doses do biofertilizante bovino quanto à salinidade.....	13
Tabela 5. Calendário de adubação com os respectivos quantitativos de ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio aplicados durante o experimento.....	14
Tabela 6. Resumo das análises de variância, pelo quadrado médio, referentes aos teores de Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Sódio (Na) do solo.....	19
Tabela 7. Resumo das análises de variância, pelo quadrado médio, referentes à Soma de Bases (SB), teores de Hidrogênio + Alumínio (H + Al), Alumínio (Al), Capacidade de troca de cátions (CTC) e Percentagem de saturação por bases (V%) do solo nas profundidades de 0-20 e 21-40 cm.....	45
Tabela 9. Resumo das análises de variância, pelo quadrado médio, referentes ao pH e Condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes) no final da estação chuvosa e no final da estação seca na profundidade de 0-20 e 21-40 cm.....	53
Tabela 10. Resumo das análises de variância, pelo quadrado médio, referentes à umidade e temperatura do solo na superfície, 15 e 30 cm.....	59
Tabela 11. Resumos das análises de variância, pelo quadrado médio, referentes a altura das plantas aos 30 dias (ALT 30 DIAS), taxa de crescimento absoluto (TCA), período da poda da haste principal (PPTHP), período de poda dos ramos laterais (PRLAT) e número de ramos produtivos aos 100 dias após o transplântio (NRPROD100DIAS) do maracujazeiro amarelo.....	63
Tabela 12. Resumo das análises de variância, pelo quadrado médio, referentes aos teores foliares de macronutrientes na matéria seca foliar do Maracujazeiro amarelo.....	69
Tabela 13. Resumo das análises de variância, pelo quadrado médio, referentes aos teores foliares de micronutrientes na matéria seca foliar do Maracujazeiro amarelo.....	73
Tabela 14. Resumos das análises de variância, pelo quadrado médio, referentes à concentração interna de CO ₂ (C _i), condutância estomática (G _s), taxa transpiratória (e) e fotossíntese líquida (A) do maracujazeiro amarelo no início da floração.....	79

Tabela 15. Resumos das análises de variância, pelo quadrado médio, referentes ao Número de Frutos por Planta (NFPLANT), Massa Média de Fruto (MMFRUT), Produção por Planta (PPLANTA) e Produtividade (PRODUT) do maracujazeiro amarelo.....	81
--	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização geográfica do município de Remígio – PB.....	9
Figura 2. Distribuição mensal da pluviosidade durante a condução do experimento, de junho de 2013 a maio de 2014.....	10
Figura 3. Cova com dimensões de 40 cm x 40 cm x 40 cm (A), arranjo espacial na área das plantas de maracujazeiro amarelo (B).....	12
Figura 4. Preparo e aplicação do biofertilizante bovino nas covas com o maracujazeiro amarelo.....	13
Figura 5. Teores de fósforo no solo na camada de 0 – 20 cm, no início da floração do maracujazeiro amarelo, em função da salinidade da água e tipos de potássio (A) em função da salinidade da água, no solo sem e com biofertilizante (B).....	19
Figura 6. Teores de fósforo no solo na camada de 21-40 cm, no início da floração do maracujazeiro amarelo, em função da salinidade da água e tipos de potássio (A) e em função da ausência e presença de biofertilizante bovino e tipos de potássio (B).....	20
Figura 7. Teores de potássio no solo na camada de 0–20 cm, no início da floração do maracujazeiro amarelo, em função da salinidade da água, no solo sem e com biofertilizante e tipos de potássio	21
Figura 8. Teores de potássio no solo na camada de 21–40 cm, no início da floração do maracujazeiro amarelo em função de tipos de potássio.....	22
Figura 9. Teores de cálcio no solo na camada de 0 – 20 cm, no início da floração do maracujazeiro amarelo, em função da salinidade da água, no solo sem e com biofertilizante e tipos de potássio.....	23
Figura 10. Teores de cálcio no solo na camada de 21-40 cm, no início da floração do maracujazeiro amarelo, em função da salinidade da água e tipos de potássio (A) e em função da ausência e presença de biofertilizante bovino e da salinidade da água (B).....	24
Figura 11. Teores de magnésio no solo na camada de 0-20 cm, no início da floração do maracujazeiro amarelo, em função da salinidade da água e tipos de potássio (A) e em função da salinidade da água no solo sem e com biofertilizante bovino (B).....	26

Figura 12. Teores de Magnésio no solo na camada de 21 – 40 cm, no início da floração do maracujazeiro amarelo em função da salinidade da água, no solo sem e com biofertilizante e tipos de potássio.....	27
Figura 13. Teores de sódio no solo na camada de 0-20 cm, no início da floração do maracujazeiro amarelo, em função da salinidade da água e tipos de potássio (A), no solo sem e com biofertilizante bovino (B).....	28
Figura 14. Teores de sódio no solo na camada de 21 -40 cm, no início da floração do maracujazeiro amarelo em função da salinidade da água, no solo sem e com biofertilizante e tipos de potássio.....	29
Figura 15. Soma de Bases do solo na camada de 0–20 cm, no início da floração do maracujazeiro amarelo, em função da salinidade da água, no solo sem e com biofertilizante e tipos de potássio.....	31
Figura 16. Soma de Bases do solo na camada de 21–40 cm, no início da floração do maracujazeiro amarelo, em função da salinidade da água, no solo sem e com biofertilizante e tipos de potássio.....	32
Figura 17. Teores de Hidrogênio + Alumínio na camada de 0-20 cm, no início da floração do maracujazeiro amarelo, em função de tipos de potássio no solo sem e com biofertilizante bovino (A) e em função da salinidade da água e tipos de potássio (B).....	33
Figura 18. Teores de Hidrogênio + Alumínio no solo na camada de 21-40 cm, no início da floração do maracujazeiro amarelo, em função da salinidade da água e tipos de potássio (A) e no solo sem e com biofertilizante bovino (B).....	35
Figura 19. Teores de Alumínio no solo na camada de 21-40 cm, no início da floração do maracujazeiro amarelo em função da salinidade da água e tipos de potássio.....	36
Figura 20. Capacidade de Troca Catiônica (CTC) do solo na camada de 0 – 20 cm, no início da floração do maracujazeiro amarelo em função da salinidade da água, no solo sem e com biofertilizante e tipos de potássio.....	37
Figura 21. Capacidade de Troca Catiônica (CTC) do solo na camada de 21-40 cm, no início da floração do maracujazeiro amarelo, em função da salinidade da água no solo sem e com biofertilizante bovino.....	38
Figura 22. Percentagem de Saturação por Bases na camada de 0-20 cm, no início da floração do maracujazeiro amarelo, em função da salinidade da água e tipos de potássio (A) e no solo sem e com biofertilizante e tipos de potássio (B).....	39

Figura 23. Percentagem de saturação por bases (V %) do solo na camada de 21 – 40 cm, no início da floração do maracujazeiro amarelo, em função da salinidade da água, no solo sem e com biofertilizante e tipos de potássio.....	40
Figura 24. Teores de matéria orgânica do solo na camada de 0–20 cm, no final da estação chuvosa em função da ausência e presença de biofertilizante.....	42
Figura 25. Teores de Matéria Orgânica do solo na camada de 21 - 40 cm, no início da floração do maracujazeiro amarelo em função da salinidade da água, no solo sem e com biofertilizante (A) e tipos de potássio.....	43
Figura 26. Condutividade elétrica do extrato de saturação do solo, na camada de 0–20 cm, no início da floração do maracujazeiro amarelo, em função da salinidade da água e tipos de potássio (A) e no solo sem e com biofertilizante bovino (B).....	44
Figura 27. Condutividade elétrica do extrato de saturação do solo, na camada de 21 - 40 cm, no início da floração do maracujazeiro amarelo, aos 115 DAT, em função da salinidade da água, no solo sem e com biofertilizante.....	45
Figura 28. Porcentagem de Sódio Trocável (PST) do solo na camada de 0–20 cm, no início da floração do maracujazeiro amarelo, em função da salinidade da água, no solo sem e com biofertilizante e tipos de potássio.....	46
Figura 29. Porcentagem de Sódio Trocável (PST) do solo na camada de 21 – 40 cm, no início da floração do maracujazeiro amarelo, em função da salinidade da água, no solo sem e com biofertilizante e tipos de potássio.....	47
Figura 30. pH do extrato de saturação do solo na camada de 0–20 cm, no final da estação seca em função da aplicação de biofertilizante.....	49
Figura 31. pH do extrato de saturação do solo na camada de 21 – 40 cm, no final da estação seca, em função da salinidade da água, no solo sem e com biofertilizante e tipos de potássio.....	50
Figura 32. pH do extrato de saturação do solo na camada de 0 – 20 cm, no final da estação chuvosa em função da salinidade da água, no solo sem e com biofertilizante e tipos de potássio.....	51
Figura 33. Condutividade elétrica do extrato de saturação do solo na camada de 0-20 cm, no final da estação seca em função da salinidade da água, no solo sem e com biofertilizante e tipos de potássio.....	52
Figura 34. Condutividade elétrica do extrato de saturação do solo na camada de 21-40 cm, no final da estação seca em função da salinidade da água, no solo sem e com biofertilizante e tipos de potássio.....	53

Figura 35. Umidade na superfície do solo, medida quinzenalmente em área de cultivo com o maracujazeiro amarelo no solo sem e com biofertilizante	55
Figura 36. Umidade do solo na profundidade de 15 cm na época de floração do maracujazeiro amarelo no início da floração do maracujazeiro amarelo, em função da salinidade da água e tipos de potássio (A) e no solo sem e com biofertilizante bovino (B).....	56
Figura 37. Umidade do solo, medida quinzenalmente em área de cultivo com o maracujazeiro amarelo na camada de 30 cm, no final da estação seca em função da salinidade da água, no solo sem e com biofertilizante e tipos de potássio.....	57
Figura 38. Altura de plantas de maracujazeiro amarelo, aos 30 DAT, no solo sem e com biofertilizante bovino.....	59
Figura 39. Período do transplântio das mudas à poda da haste principal do maracujazeiro amarelo, em função da salinidade da água e tipos de potássio.....	59
Figura 40. Período do transplântio à poda dos ramos laterais em plantas de maracujazeiro amarelo, no solo sem e com biofertilizante bovino.....	60
Figura 41. Número de ramos produtivos aos 100 DAT em plantas de maracujazeiro BRS Gigante Amarelo (A), no solo sem e com biofertilizante bovino, (B), em função da salinidade da água de irrigação e tipos de potássio.....	60
Figura 42. Valores médios do diâmetro caulinar das plantas, em função da idade após o transplântio das mudas, irrigadas com água não salina (—) e salina (----) (A), no solo sem (—) e com (----) biofertilizante bovino (B).....	62
Figura 43. Teores de nitrogênio na matéria seca foliar do maracujazeiro amarelo em função de irrigação com água não salina e salina.....	64
Figura 44. Teores de fósforo na matéria seca foliar do maracujazeiro amarelo em função de irrigação com água não salina e salina, no solo sem e com biofertilizante	65
Figura 45. Teores de potássio na matéria seca foliar do maracujazeiro amarelo em função de irrigação com água não salina e salina e tipos de potássio	66
Figura 46. Teores de Enxofre na matéria seca foliar do maracujazeiro amarelo cultivado na ausência e presença de biofertilizante.....	67
Figura 47. Teores de boro na matéria seca foliar do maracujazeiro amarelo, em função da salinidade da água, no solo sem e com biofertilizante e tipos de potássio.....	68
Figura 48. Teores de ferro na matéria seca foliar do maracujazeiro amarelo em função da salinidade da água, no solo sem e com biofertilizante e tipos de potássio.....	70

Figura 49. Teores de Manganês na matéria seca foliar do maracujazeiro amarelo em função de tipos de potássio.....	71
Figura 50. Teores de Zinco na matéria seca foliar do maracujazeiro amarelo cultivado na ausência e presença de biofertilizante.....	72
Figura 51. Teores de sódio na matéria seca foliar do maracujazeiro amarelo em função de irrigação com água não salina e salina, no solo sem e com biofertilizante	73
Figura 52. Massa média de fruto do maracujazeiro amarelo sob irrigação com água não salina e salina.....	76

Souza, J. T. A. Água salina, potássio e biofertilizante no solo, crescimento, composição mineral e produção do maracujazeiro amarelo. **Areia, Paraíba, Brasil. 2016. 96f. Dissertação de Mestrado em Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Brasil.**

RESUMO

O maracujá é uma das principais frutíferas cultivadas no Brasil e principalmente na região Nordeste pelas condições edafoclimáticas favoráveis e valor econômico. Nesta região a irrigação mesmo com água de uso restritivo tem se tornado necessário para manter níveis produtivos adequados, além da adubação química e orgânica. Neste sentido foi realizado um experimento de julho de 2013 a maio de 2014, buscando avaliar os efeitos da salinidade da água, biofertilizante bovino e tipos de potássio, na fertilidade e salinidade do solo, crescimento, composição mineral, trocas gasosas e produção do maracujazeiro BRS Gigante amarelo. Os tratamentos foram arranjos em blocos ao acaso com três repetições e quatro plantas por parcela, em esquema fatorial $2 \times 2 \times 2$, referente aos valores de condutividade elétrica das águas de irrigação de 0,35 e 4,00 dS m⁻¹, no solo sem e com biofertilizante bovino e adubação com duas fontes de potássio (60% K₂O), cloreto de potássio convencional e revestido com polímeros orgânicos, para liberação lenta do potássio. Foram avaliadas a fertilidade, salinidade, umidade e temperatura do solo, crescimento das plantas em altura, período do transplantio à poda da haste principal e à poda dos ramos laterais, número de ramos produtivos aos 100 dias após o transplantio (DAT), diâmetro do caule, composição mineral das plantas em macro, micronutrientes e sódio, trocas gasosas e produção. A irrigação com água salina reduziu os teores de magnésio na camada de 21-40, acidez potencial, CTC e proporcionou aumentos no teor de sódio do solo, percentagem de saturação por bases na camada de 0-20 cm, condutividade elétrica do extrato de saturação no período de floração das plantas, no final da estação seca, chuvosa e nos teores foliares de nitrogênio, ferro e sódio. O biofertilizante contribuiu para o aumento dos teores de fósforo, cálcio na camada de 21-40 cm, magnésio e sódio na camada de 0-20 cm, soma de bases, acidez potencial, matéria orgânica do solo, umidade do solo, condutividade elétrica do solo, mas manteve a PST em valores sem riscos de sodicidade, estimulou o crescimento das plantas mesmo no solo irrigado com água salina e os teores foliares de fósforo e zinco, porém reduziu o teor foliar de enxofre. A adubação com KCl revestido proporcionou acréscimos nos teores de potássio, percentagem de saturação por bases e matéria orgânica do solo na camada de 21-40 cm, pH do extrato de saturação do solo no final da estação seca na camada de 21-40 cm e chuvosa 0-20, estimulou o crescimento das plantas irrigadas com água de salinidade elevada e o teor de boro foliar, contudo proporcionou redução nos teores de potássio e manganês em comparação KCl convencional. O aumento da salinidade da água reduziu os teores médios de magnésio na camada de 21-40, acidez potencial, CTC e proporcionou aumentos no conteúdo de sódio edáfico, Percentagem de saturação por bases na camada de 0-20 cm, condutividade elétrica do extrato de saturação no período de floração das plantas, no final da estação seca, chuvosa e nos teores foliares de nitrogênio, ferro e sódio. Apesar de estarem em nível nutricional abaixo do recomendado, exceto em N e K, as plantas apresentaram níveis satisfatórios dos componentes de produção.

Palavras chave: *Passiflora edulis*; salinidade da água, insumo orgânico, fertilizante de liberação lenta

ABSTRACT

Passion fruit is one of the main fruit grown in Brazil and especially in the Northeast by favorable environmental conditions and economic value. In this region the same irrigation with restricted water use has become necessary to maintain adequate production levels, as well as chemical and organic fertilization. In this regard it was held July 2013 experiment to May 2014, seeking to assess the effects of salinity of the water, biofertilizer and bovine types of potassium, in the fertility and soil salinity, growth, mineral composition, gas exchange and production of BRS giant yellow passion fruit. The treatments were arranged in a randomized block design with three replications and 12 plants per plot with factorial $2 \times 2 \times 2$, referring to the electrical conductivity values of irrigation water of 0.35 and 4.00 dS m^{-1} , in the soil with and without bovine biofertilizer and fertilization with two sources of potassium (K_2O 60 %), conventional potassium chloride and coated with organic polymers to slow the potassium release during plant growth. The holes were opened in the dimensions 40 x 40 x 40 cm, spaced planting 3 m 2.0 m between plants and between lines. The Irrigation with each type of water was performed every 48 hours with two drip emitters per plant, with a flow rate of 10 L h^{-1} . Were evaluated the fertility were assessed, salinity, moisture and soil temperature, height growth, transplanting period pruning of the main stem and will prune the lateral branches, number of branches to 100 DAT, diameter, mineral composition of plants in macro and micronutrients, gas production and exchange. The irrigation with saline water reduces the average magnesium content in the layer of 21-40, potential acidity, CTC and provided increases in content edafic sodium, Saturation percentage for bases at 0-20 cm, electrical conductivity of the saturation extract in plant flowering period at the end of the drought, the rainy season and foliar nitrogen, iron and sodium. The biofertilizer contributed to the increase in phosphorus, calcium in the layer of 21-40 cm, magnesium and sodium in the 0-20 cm layer, sum of bases, potential acidity, soil organic matter, moisture and soil, soil electrical conductivity, but kept the PST values without sodicity risks, stimulated the growth of plants even in soil irrigated with saline water and foliar phosphorus and zinc, but reduced the foliar sulfur content. The fertilization with coated KCl provided increases in potassium levels, percentage of base saturation and soil organic matter in the 21-40 cm layer, pH of the soil saturation extract at the end of the dry season in the layer of 21-40 cm and rainy 0-20, stimulated the growth of plants irrigated with highly saline water and leaf boron content, but provided a reduction in potassium levels and manganese in comparison conventional KCl. Despite being in nutritional levels lower than recommended, the plants showed satisfactory levels of production components.

Keywords: *Passiflora edulis*; water salinity; organic input; potassium

1 - INTRODUÇÃO

A fruticultura representa um dos segmentos mais importantes da agricultura brasileira, respondendo, atualmente, por grande parte da produção agrícola nacional, neste segmento, o maracujazeiro amarelo tem se destacado pela sua capacidade de produção durante todo o ano, além de exercer grande importância socioeconômica, por ser cultivada predominantemente em pequenos e médios pomares. Dentre as Passifloráceas, o maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims), representa aproximadamente 95% dos cultivos nacionais, fazendo do Brasil o maior produtor mundial da fruta (FURLANETO et al., 2011; MOREIRA et al., 2015).

No Nordeste brasileiro, a irrigação com água salina vem se tornando prática cada vez mais comum, principalmente nos últimos anos, devido a pluviosidade regional ter decrescido, instalando-se na região uma das maiores estiagens de todos os tempos. Isto associado ao uso irracional da irrigação proporciona a redução da quantidade de água no lençol freático e consequente incremento de sua condutividade elétrica pela elevação do teor de sais solúveis. Contudo, na maioria das vezes as águas utilizadas na irrigação apresentam, concentrações de sais na faixa de 1 a 30 mmol_c L⁻¹ correspondendo a faixa de condutividade elétrica de 0,1 a 3,0 dS m⁻¹ (HOLANDA et al., 2010).

As frutíferas em geral, inclusive o maracujazeiro amarelo, sofrem efeitos depressivos dos sais tanto em função da concentração como da espécie iônica. Isso significa que a germinação das sementes, crescimento, desenvolvimento, rendimento biológico e produtivo das plantas podem ser diferenciadamente afetados tanto pelos níveis salinos de uma mesma fonte como pelo mesmo índice de diferentes tipos de sais (CAVALCANTE et al., 2001; REBEQUI et al., 2011). Estes prejuízos são consequência de respostas fisiológicas, incluindo modificações no balanço iônico, potencial hídrico, nutrição mineral, fechamento estomático, ineficiência fotossintética e desajuste na alocação de carbono (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Dentre as ações de manejo para reduzir a ação degenerativa dos sais às plantas, o suprimento adequado de nutrientes em dosagens suficientes e formas assimiláveis pelas plantas favorecem o estabelecimento de pomares nas diversas fases de crescimento e desenvolvimento, mantendo a alta produtividade.

A adubação potássica através da ação que o potássio (K) desempenha sobre ativação de enzimas, síntese de proteínas, fotossíntese, movimento dos estômatos e relações hídricas (regulação do turgor e ajuste osmótico) em plantas se torna essencial para a manutenção do sistema produtivo em níveis adequados (MARSCHNER, 2012). Em solos afetados por sais,

onde predomina a diminuição do potencial osmótico da água e, em consequência, o aumento no gasto de energia das plantas no processo de absorção, níveis adequados de K^+ favorecem maior conforto na zona radicular e em consequência o crescimento e desenvolvimento vegetal (HOLTHUSEN et al., 2010; GONÇALVES et al., 2012; HOLTHUSEN et al., 2012).

Além da manutenção de níveis adequados de nutrientes do ambiente edáfico, o uso de insumos de origem orgânica que exerçam melhorias físicas no espaço poroso (BENBOUALI et al., 2013), químicas e biológicas pela disponibilidade de macro e micronutrientes (PATIL, 2010) favorecem a melhoria no desempenho das culturas em ambiente afetado por sais.

O biofertilizante bovino, produzido pela fermentação anaeróbica de esterco fresco de vaca em lactação e água, aplicado ao solo na forma líquida, atenua os efeitos agressivos dos sais durante a formação de mudas de maracujazeiro amarelo - *Passiflora edulis* (NASCIMENTO et al. 2012a), crescimento das plantas após o transplântio no campo e florescimento (DIAS et al., 2013), produção (AGUIAR, 2013) e qualidade de frutos (NASCIMENTO et al., 2015).

Neste sentido, o objetivou-se com este experimento avaliar os efeitos da irrigação com água salina, diferentes tipos de potássio e biofertilizante bovino na fertilidade e salinidade do solo, no crescimento, composição mineral, trocas gasosas e produção do maracujazeiro amarelo.

2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 - Expressão econômica do Maracujazeiro Amarelo

A cultura do maracujazeiro amarelo vem ocupando lugar de destaque na fruticultura tropical, como um segmento que se expandiu como um todo nos últimos 45 anos. Considerada uma das fruteiras que mais tem atraído os produtores, representa uma boa opção entre as frutas por oferecer rápido retorno econômico, bem como a oportunidade de uma receita distribuída pela maior parte do ano. A maioria das outras frutas leva alguns anos para entrar em produção, o que é incompatível com a necessidade imediata de renda dos produtores, descapitalizados com os prejuízos resultantes de outras atividades agrícolas (MELETTI et al., 2011).

O Nordeste Brasileiro com 349.471 hectares de maracujazeiro amarelo é a região com maior área plantada, sendo responsável também por aproximadamente 70 % da produção nacional com 4.798.133 toneladas/ano. No entanto, com produtividade de apenas 13,73 t ha⁻¹, estando à frente apenas da região Norte, com média de 10,18 t ha⁻¹, distante dos 18,52 t ha⁻¹ de média produzidos na região Sudeste, que produz cerca de 34% a mais do que a região Nordeste, este incremento deve-se às condições climáticas e aos melhores condições tecnológicas da região (IBGE, 2014). Uma das alternativas para elevar esta produtividade na região Nordeste é por meio de adubação adequada, monitoramento da fertilidade do solo e nutrição das plantas, melhorias no controle fitossanitário, assim como o uso de genótipos de potencial produtivo elevado e manejo racional da irrigação.

O cultivo e produção do maracujazeiro amarelo exerce grande importância para as pequenas e médias propriedades rurais, representando, aproximadamente, 95 % da produção nacional de maracujá, da qual 65 % é destinada ao abastecimento interno de frutas frescas e produção de sucos concentrados para exportação. Estima-se que o consumo per capita brasileiro de frutos de maracujá seja de 0,96 quilos/habitante/ano (RAMALHO et al., 2011). Além da sua importância produtiva, a cultura desempenha também relevância social, devido à alta exigência em manejo, propiciando em torno de seis empregos por hectare, sendo dois diretos e quatro indiretos, caracterizando-se como uma atividade de base familiar (COSTA et al., 2005; HAFLE et al., 2010).

Até o final do século passado o Brasil não dispunha de material biológico de alta produção na passicultura, no entanto, as melhorias tanto genéticas, quanto no sistema produtivo, têm permitido aos produtores maior rentabilidade financeira, desde que a cultura esteja implantada sob condições edafoclimáticas adequadas. É interessante comentar que a sociedade cada vez mais exige a exploração de cultivos que menos agridam o meio ambiente

e à saúde do consumidor. A tendência futura é de mais redução da dosagem de agrotóxicos e de adubos químicos e o consequente incremento no uso de insumos orgânicos, tanto na forma de adubos, como biofertilizante (CAVALCANTE et al., 2007), esterco bovino (DINIZ et al., 2011) e substâncias húmicas (NUNES et al., 2014).

2.2 - Água salina na agricultura

A utilização de águas salinas para irrigação das culturas comerciais, em geral, há bastante tempo vem se tornando uma necessidade mundial (RHOADES et al. 2000; MALASH et al. 2010; KANG et al. 2010; JIANG et al. 2012; WANG et al. 2015; RAMESHWARAN et al., 2016). O aumento da salinidade do solo restringe o cultivo de muitas culturas agrícolas, principalmente em regiões áridas e semiáridas do mundo, sendo muitas vezes causada por práticas nem sempre adequadas de irrigação (PLAUT et al., 2013).

No Nordeste brasileiro, as águas utilizadas na irrigação apresentam, na maioria das vezes, concentrações de sais na faixa de 1 a 30 mmol_c L⁻¹ correspondendo à condutividade elétrica de 0,1 a 3,0 dS m⁻¹. Nessa região, os reservatórios de água de maior capacidade de armazenamento, geralmente, contêm água de boa qualidade para irrigação, com pequena variação na composição ao longo do ano devido à redução ou aumento do volume hídrico (HOLANDA et al., 2010). A sodicidade representa os riscos do sódio da água sobre o depauperamento físico do solo. Águas com elevadas concentrações de sódio podem dispersar as argilas que serão carregadas para as partes mais profundas do perfil formando camadas de impedimento dos solos ao movimento de ar, água e nutrientes (CAVALCANTE et al., 2012).

Para Gonçalves (2010) e Glaeser et al. (2016) os sais em excesso no solo, na água de irrigação ou na solução nutritiva, prejudicam o comportamento vegetativo e produtivo das plantas, pela ação dos efeitos diretos sobre o potencial osmótico e dos íons potencialmente tóxicos na solução do solo. Porém, algumas culturas produzem rendimentos aceitáveis sob altos teores de salinidade e outras são sensíveis até mesmo para concentrações baixas. Essa diferença se deve à capacidade de adaptação osmótica que algumas culturas desenvolvem e possibilitam as plantas absorverem água mesmo em condições de elevada salinidade (COELHO et al., 2013).

A salinidade expressa a ação da mistura dos sais dissolvidos na água sobre a perda da germinação das sementes, inibição do crescimento das plantas, desordem nos processos fisiológicos, declínio da produtividade das culturas e da qualidade dos frutos colhidos (AMER, 2010; DIAS et al., 2011; JIANG et al., 2012; KOROPCHAK e VITT, 2012). As espécies vegetais podem ser agrupadas em halófitas e glicófitas em relação as suas respostas à

salinidade. As halófitas são nativas de ambientes salinos, podendo crescer e se desenvolver nesses ambientes sem problemas fitoprodutivos. As glicófitas, que incluem a maioria das espécies cultivadas, são negativamente afetadas pelos sais, mesmo em níveis mais baixos, resultando na redução do crescimento e desenvolvimento (GHEYI; DIAS; LACERDA, 2010). Quanto ao maracujazeiro amarelo, apesar de ser sensível à salinidade (AYERS; WESTCOT, 1999), nas áreas semiáridas dos estados da Paraíba e Rio Grande do Norte tem sido irrigado com água salina acima de 3 dS m^{-1} (CAVALCANTE et al. 2005; SOARES et al. 2008). Mas a cultura tem produzido com qualidade como planta moderadamente sensível e até moderadamente tolerante os sais sem prejuízo (DIAS et al. 2011; NASCIMENTO et al. 2015).

Cavalcante et al. (2009) ao avaliaram os efeitos da salinidade da água de irrigação entre 0,4 e $4,0 \text{ dS m}^{-1}$ sobre o crescimento inicial do maracujazeiro amarelo concluíram que o aumento da concentração de sais da água elevou expressivamente o caráter salino do substrato, refletindo-se na redução do diâmetro caulinar, área foliar e produção de biomassa de raízes. Por outro lado, Soares et al. (2008) verificaram que a irrigação suplementar durante 100 dias, na fase final do ciclo da cultura, com água de salinidade de $5,0 \text{ dS m}^{-1}$, não reduziu o diâmetro caulinar, número de dias para efetivar a poda da haste principal e ramos secundários, número de frutos, massa média dos frutos e produção total do maracujazeiro amarelo.

2.3 - Adubação potássica na agricultura

A fertilidade do solo é um requisito primordial para a produção agrícola, no entanto, alguns tipos de solo não dispõem de teores adequados de nutrientes disponíveis às plantas, necessitando de adubação química ou orgânica para garantirem viabilidade econômica à agricultura. Dentre os nutrientes essenciais às culturas, o potássio (K) desempenha papel primordial pela importância tanto nas interações no ambiente edáfico, quanto no metabolismo vegetal.

Teores insuficientes de potássio (K) na maioria dos solos brasileiros contrastam com as elevadas exigências desse nutriente pelas culturas, o que tem proporcionado grande aumento de consumo de adubos potássicos para atender ao crescimento da agricultura brasileira nos últimos anos (NACHTIGALL; RAIJ, 2005; RIBEIRO et al. 2010). Os teores totais de K nos solos do Brasil variam de 0,05 a 2,5 % (LOPES, 1982). Cavalcanti (2008) recomenda para a produção de maracujazeiro amarelo no segundo ano de cultivo no estado de Pernambuco as doses de 120, 100 e 80 kg ha^{-1} de K_2O , quando o teor de K trocável no solo for até 0,08, de 0,08 a 0,15 e $>0,15 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, respectivamente. Esses teores são adotados

também para solos da Paraíba pela maioria dos produtores e pesquisadores (DINIZ et al., 2012).

Assim como o nitrogênio, o potássio é um dos elementos mais extraídos pelos vegetais e sua deficiência ocasiona reduções no crescimento e desenvolvimento das plantas (KANO et al., 2010). Em doses adequadas, desempenha várias funções na planta, tais como controle da turgidez celular, ativação de enzimas envolvidas na respiração, síntese de proteínas, relações hídricas, fotossíntese, regulação dos processos de abertura e fechamento de estômatos, transporte de carboidratos, transpiração. Essas funções intensificam o crescimento, desenvolvimento vegetal e também a qualidade da produção (MALAVOLTA, 1980; DAVIS et al., 1997; PERVEZ et al, 2004; MARSCHNER, 2012; TAIZ; ZEIGER, 2013). O potássio também aumenta a resistência e mitiga os efeitos degenerativos de estresses por geada, seca e salinidade às plantas (REEB, 2010; HOLTHUSEN, et al., 2012).

A adubação potássica, sob estresse hídrico, incrementa o acúmulo de solutos através do aumento da taxa transpiratória (e), condutância estomática (gs) e fotossíntese líquida (A) em plantas tropicais, como relatado por Pervez et al., (2004) em algodão (*Gossypium hirsutum* L.), Benlloch-Gonzalez et al. (2008) em oliveiras e girassol (*Helianthus annuus* L.) e Zain et al. (2016) em arroz (*Oryza sativa*), contribuindo significativamente para o ajuste osmótico das culturas.

2.4 - O uso de fertilizantes revestidos na agricultura

Uma das limitações à agricultura moderna refere-se às perdas com aquisição e distribuição de insumos, como os fertilizantes, na adubação convencional do potássio, elevadas doses são aplicadas para disponibilidade rápida do nutriente às plantas. Uma das formas que vem sendo trabalhada em quase todo o país é o uso de fertilizantes de liberação lenta ou controlada que podem proporcionar disponibilidade por mais tempo, reduzir a dose de adubo aplicado e aumentar a eficiência agrônômica das culturas pela redução das perdas no ambiente edáfico e por volatilização (BERNARDES et al., 2015).

De acordo com Mariano et al. (2011) fertilizantes de liberação lenta (FLL) revestidos por polímeros orgânicos liberam o nutriente continuamente durante o ciclo da cultura. No entanto dependem de condições ambientais adequadas como umidade, pH e aeração do solo. A aplicação do fertilizante de grânulos revestidos consiste de três etapas: a) a fase inicial de retardo, na qual quase não ocorre liberação do nutriente; b) a segunda fase, de liberação

gradual do fertilizante, a uma taxa constante; e c) a última fase, na qual é observada uma queda no fornecimento do nutriente por parte do grânulo (VIAPIANA, 2014).

Du et al. (2006) explicam que o atraso na liberação inicial do nutriente possivelmente seja devido à necessidade do preenchimento de água nos espaços porosos internos do grânulo. Quando esse estágio é atingido, inicia-se a liberação constante do nutriente, que é dependente da própria solubilidade, difusividade e permeabilidade do elemento através da película do polímero ou composto que reveste o grânulo, assim como as interações com a temperatura, o tipo do meio sobre o qual é aplicado o fertilizante e a umidade do mesmo (MARIANO et al., 2011).

Dentre os benefícios dos fertilizantes revestidos destacam-se a redução das perdas por lixiviação, volatilização, resultando em maior eficiência na adsorção de água do solo, solubilização e disponibilidade às plantas (VIEIRA e TEIXEIRA et al. 2004; BONO et al., 2008). Essas propriedades, conforme Guareshi et al. (2011) reduzem o desbalanço nutricional, devido os nutrientes no interior das cápsulas polimerizadas serem gradativamente liberados na zona radicular suprimindo a necessidade das plantas, ao longo da idade. Outra vantagem é que mantêm o teor de água nas células e, com efeito, exercem ação diluidora sobre os sais absorvidos pelas plantas sob irrigação com água salina (AYERS; WESTCOT, 1999); vez que a concentração de sais diminui com o aumento da umidade do meio (CAVALCANTE et al., 2005).

O Potássio (K) é o segundo elemento requerido em maior quantidade pela grande maioria das plantas cultivadas. Em condições ótimas de crescimento o K acumulado pode representar de 2 a 5 % de sua massa seca (MARSCHNER, 2012). O íon K^+ na solução do solo é a forma como as plantas absorvem o nutriente. A dose necessária depende da espécie vegetal e do seu estágio de crescimento. O K trocável também é considerado uma forma prontamente disponível às plantas. No entanto, o K dos sítios de troca dos colóides do solo está em equilíbrio com o K não-trocável e com o K estrutural dos minerais e os últimos podem contribuir para a nutrição das plantas (MEURER, E. J.; RHEINHEIMER, D.; BISSANI, 2006).

O fertilizante mais utilizado para o suprimento de K às plantas é o cloreto de potássio (KCl) que possui em sua composição 60% de K_2O . Contudo, os problemas para a melhoria da eficiência desse fertilizante são as perdas por lixiviação, além da alta solubilidade do fertilizante (58 % de solubilidade em água). Isso pode comprometer drasticamente a movimentação do potássio no perfil do solo (ROSOLEM et al., 2006; RESENDE et al., 2006).

O avanço tecnológico na produção de fertilizantes revestidos, inclusive os potássicos, busca melhorar a eficiência da adubação, minimizar as perdas, principalmente por lixiviação, disponibilizando maior teor de potássio no ambiente radicular das plantas (BLEY, 2015; LEAL et al., 2015).

Ao considerar que o K^+ estimula a manutenção do equilíbrio iônico ou osmorregulação das plantas, turgidez celular, controle da abertura e do fechamento dos estômatos, resistência da planta à deficiência hídrica e à salinidade do solo (GURGEL et al., 2010), a aplicação de uma fonte de liberação lenta deve, além de propiciar disponibilidade contínua do nutriente, melhorar o rendimento agrônômico e atenuar os efeitos depressivos dos sais nas diferentes fases fenológicas às plantas.

2.5 - Biofertilizante e Salinidade

A busca por uma agricultura de base sustentável visando diminuir os danos aos recursos naturais tem proporcionado aos fertilizantes orgânicos um lugar de destaque na agricultura moderna. Dentre os insumos utilizados na agricultura o biofertilizante bovino tem se sobressaído no cultivo e produção de muitas culturas, inclusive do maracujazeiro amarelo (DIAS et al., 2012; JIANG et al., 2012; FREIRE et al., 2014). O biofertilizante bovino pode ser produzido pelo próprio agricultor, gerando economia de insumos (fertilizantes químicos) e, ainda, promover melhorias no saneamento ambiental, diminuindo a contaminação do lençol freático, o descarte de resíduos e até mesmo a emissão de gases indutores do efeito estufa (DRUMOND et al., 2010; SALES, 2011).

Os benefícios propiciados pelo biofertilizante às plantas se dão principalmente pela ação das substâncias húmicas, na diversidade dos nutrientes minerais quelatizados e disponibilizados pela atividade biológica e como ativador enzimático do metabolismo vegetal, influenciando positivamente o crescimento, desenvolvimento e produção (CANELLAS et al., 2006).

Segundo Cavalcante et al. (2010) além dos efeitos promovidos na estruturação física do solo, o esterco bovino líquido aplicado na superfície do substrato forma uma camada de impedimento às perdas de água por evaporação, o que possibilita às células vegetais permanecerem túrgidas por mais tempo, em relação às plantas que não receberam o insumo.

Dantas et al. (2014) observaram que a adubação orgânica com biofertilizante, influenciou positivamente o crescimento e acúmulo de matéria seca das mudas de aceroleira (*Malpighia emarginata* DC). Sousa et al. (2013) trabalhando com vasos cultivados com Pinhão

manso (*Jatropha curcas* L.) obtiveram resultados positivos da fertirrigação com biofertilizante bovino no crescimento, trocas gasosas e na produtividade.

O biofertilizante bovino aplicado ao solo na forma líquida atenua os efeitos agressivos dos sais da água de irrigação durante a formação de mudas de maracujazeiro amarelo (NASCIMENTO et al., 2012a) e o crescimento das plantas após o transplante no campo (DIAS et al., 2013). Quanto à produção das culturas, Silva et al. (2011) e Lima Neto et al. (2013) constataram que o biofertilizante bovino atenuou os efeitos da salinidade da água de irrigação de restrição moderada a severa ao feijão - de - corda – (*Vigna unguiculata*) e ao pimentão – (*Capsicum annum*).

Também foi verificado que o referido insumo orgânico mitigou a ação negativa dos sais da água de irrigação na produção e qualidade do maracujazeiro amarelo – (*Passiflora edulis*) (DIAS et al., 2011; FREIRE et al., 2014; NASCIMENTO et al., 2015). Sob estresse salino, Sousa et al. (2014) concluíram que o biofertilizante proporciona melhores rendimentos relacionados às características agronômicas como altura de planta, diâmetro do caule e área foliar do amendoimzeiro (*Arachis hypogaea* L.) quando comparadas às que não receberam o insumo orgânico.

3 – MATERIAL E MÉTODOS

3.1 - Localização do experimento, clima e solo da área experimental

O experimento foi desenvolvido, no período de julho de 2013 a maio de 2014, na propriedade Sítio Macaquinhos, no município de Remígio, PB (Figura 1), localizada a 18 km da sede do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, pelos pontos das coordenadas geográficas 7° 00' 1,95" de latitude Sul, 35° 47' 55" de longitude a oeste do Meridiano de Greenwich W e altitude de 562 m, situado fisiograficamente na Mesorregião Agreste Paraibano e Microrregião do Curimataú Ocidental (INTERPA, 2008).

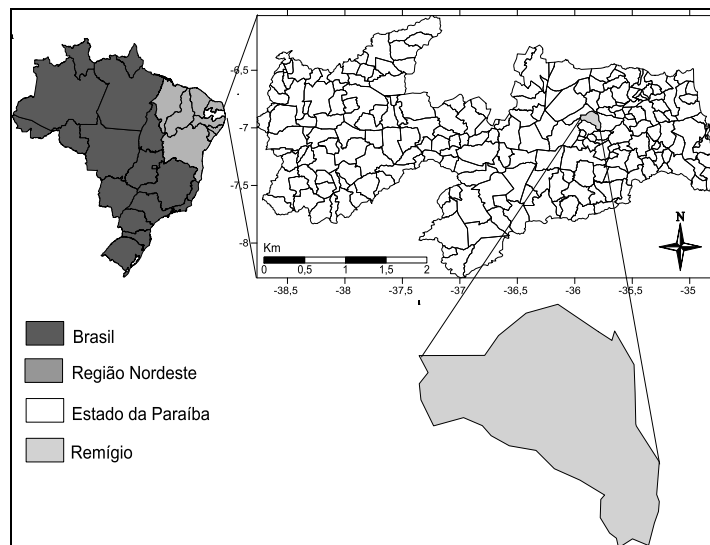


Figura 1. Localização geográfica do município de Remígio – PB.

Fonte: Surfer Maps, versão 8.0, 2002.

O clima do município conforme classificação de Köppen (Brasil, 1972), é do tipo As', quente e úmido, com chuvas no período de março a julho. A precipitação média da região é da ordem de 900 mm anuais, com temperatura média anual de 24,5 °C e umidade relativa que oscila entre 70 e 80 % (DINIZ, 2011). A distribuição da pluviometria mensal registrada no período experimental está na Figura 2.

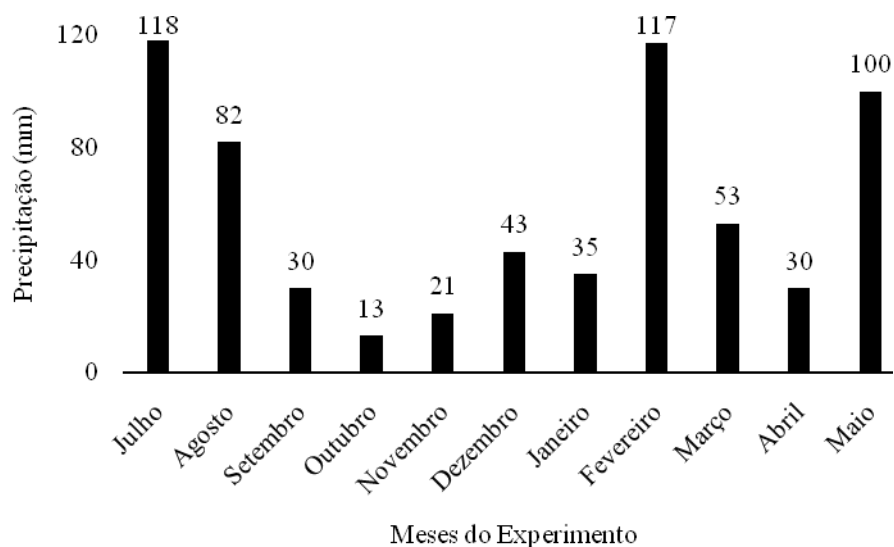


Figura 2. Distribuição mensal da pluviosidade durante a condução do experimento, de junho de 2013 a maio de 2014.

O solo da área experimental, conforme os critérios do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - SIBCS (EMBRAPA, 2013) foi classificado como NEOSSOLO REGOLÍTICO Distrófico, não salino. Antes da instalação do experimento foram coletadas quatro amostras simples do esterco bovino e transformadas numa amostra composta e seis amostras simples, transformadas em uma amostra composta por bloco do solo nas profundidades de 0-20 e 21-40 cm para caracterização química quanto à fertilidade (Tabela 1) e salinidade e quanto aos atributos físicos (Tabela 2) adotando as metodologias sugeridas pela Embrapa (2011).

Tabela 1. Atributos químicos do solo quanto à fertilidade, nas camadas de 0 – 20 e 21 – 40 cm e do esterco bovino, antes da preparação das covas.

Solo	pH	P	K ⁺	Na ⁺	H ⁺ +Al ³⁺ ₃	Al ³⁺ ₃	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	CTC	V	MOS
-----	H ₂ O	-----mg dm ⁻³ ----	-----cmol _c dm ⁻³ -----								%	g kg ⁻¹ -
0 – 20 cm	6,00	23,51	81,34	0,0	1,32	0	2,45	0,35	3,08	4,40	70,0	6,41
				7							0	
21 – 40 cm	6,21	12,06	76,04	0,0	1,48	0	2,20	0,60	3,06	4,54	67,1	4,14
				7							8	
E. Bovino	8,64	36,11	7892,3	3,8	1,24	0	5,40	4,5	-	-	-	591,68
				6								

SB = Soma de bases (Ca²⁺ + Mg²⁺ + K⁺ + Na⁺); CTC = Capacidade de troca catiônica [SB + (H⁺ + Al³⁺)]; V = Saturação por bases trocáveis (SB/CTC)100; MOS = Matéria orgânica do solo

Tabela 2. Atributos químicos do solo, quanto à salinidade, e físicos antes da instalação do experimento, nas camadas de 0 – 20 cm e de 21 – 40 cm.

Atributos Químicos	0 – 20 cm	21 – 40 cm	Atributos Físicos	0 – 20 cm	21 – 40 cm
CEes a 25°C (dS m ⁻¹)	0,43	0,29	Densidade do solo (g cm ⁻³)	1,61	1,59
pH	6,93	6,67	Densidade de partículas (g cm ⁻³)	2,66	2,65
Ca ²⁺ (mmol _c L ⁻¹)	0,87	0,72	Porosidade Total (m ³ m ⁻³)	0,39	0,40
Mg ²⁺ (mmol _c L ⁻¹)	0,78	0,55	Areia (g kg ⁻¹)	847	821
Na ⁺ (mmol _c L ⁻¹)	2,11	1,32	Silte (g kg ⁻¹)	102	124
K ⁺ (mmol _c L ⁻¹)	0,56	0,34	Argila (g kg ⁻¹)	51	55
Cl ⁻ (mmol _c L ⁻¹)	2,66	1,93	Ada (g kg ⁻¹)	13	13
CO ₃ ²⁻ (mmol _c L ⁻¹)	0,00	0,00	GF (%)	74,5	76,4
HCO ₃ ⁻ (mmol _c L ⁻¹)	0,89	0,61	ID (%)	25,5	23,6
SO ₄ ²⁻ (mmol _c L ⁻¹)	0,67	0,31	Ucc (g kg ⁻¹)	98,1	99,1
RAS (mmol L ⁻¹)	2,32	1,66	Upmp (g kg ⁻¹)	43	45
PST (%)	1,59	1,54	Adi (g kg ⁻¹)	55,1	54,1
Classificação	NS	NS	Classificação textural	Areia Franca	

RAS = Relação de adsorção de sódio = $\text{Na}^+[(\text{Ca}^+ + \text{Mg}^+)/2]^{1/2}$; PST = Percentagem de sódio trocável = $100 (\text{Na}^+ / \text{CTC})$; NS = Não salino; GF = Grau de floculação; ID = Índice de dispersão = $100 - \text{GF}$; Ada = Argila dispersa em água; Adi = Água disponível; Ucc = umidade do solo na capacidade de campo; Upmp = Umidade do solo no ponto de murcha permanente; NS = Não salino.

3.2 - Delineamento experimental e tratamentos

Os tratamentos foram dispostos em blocos ao acaso com três repetições e quatro plantas por parcela, utilizando o esquema fatorial $2 \times 2 \times 2$, referente a duas doses de biofertilizante bovino (0 e 50% da dose recomendada de 15 L m⁻²), irrigação com duas águas de condutividade elétrica 0,35 e 4,00 dS m⁻¹ no solo com duas fontes de potássio, adubação em cobertura com cloreto de potássio convencional e de liberação lenta (revestido com polímeros orgânicos). Os tratamentos estão expostos na tabela 3.

Tabela 3. Tratamentos utilizados no experimento

T ₁ : A ₁ K ₁ B ₁	Água não salina, KCl convencional, solo sem biofertilizante
T ₂ : A ₁ K ₁ B ₂	Água não salina, KCl convencional, solo com biofertilizante
T ₃ : A ₁ K ₂ B ₁	Água não salina, KCl revestido, solo sem biofertilizante
T ₄ : A ₁ K ₂ B ₂	Água não salina, KCl revestido, solo com biofertilizante
T ₅ : A ₂ K ₁ B ₁	Água salina, KCl convencional, solo sem biofertilizante
T ₆ : A ₂ K ₁ B ₂	Água salina, KCl convencional, solo com biofertilizante
T ₇ : A ₂ K ₂ B ₁	Água salina, KCl revestido, solo sem biofertilizante
T ₈ : A ₂ K ₂ B ₂	Água salina, KCl revestido, solo com biofertilizante

3.3 - Abertura e preparo das covas, da água salina e do biofertilizante bovino

Ao admitir que a maior parte das raízes do maracujazeiro amarelo se situa a 40 cm do caule e a 40 cm da superfície do solo (Sousa et al., 2002), as covas foram abertas nas dimensões de $40 \times 40 \times 40$ cm, com área de $0,64 \text{ cm}^2$ (Figura 3A), distanciadas de 3 m entre plantas e 2,0 m entre linhas (Figura 3B), relativo a uma densidade de 1.667 plantas por hectare.

O material dos primeiros 20 cm de cada cova foi incorporado com uma mistura de 100 g, contendo 75% de calcário calcítico com (48% CaO, 4,5% MgO e 78% de PRNT) misturada com 25% de gesso agrícola ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) com (24% CaO, 16% S, 0,81% P_2O_5 e 14% de umidade), juntamente com 10 L de esterco bovino de relação C/N = 18: 1, referente a 343,2 e $19,1 \text{ g kg}^{-1}$ descontada a umidade de 6%.



Figura 3. Cova com dimensões de 40 cm x 40 cm x 40 cm (A), arranjo espacial na área das plantas de maracujazeiro amarelo na área experimental (B).

A água com condutividade elétrica de $4,00 \text{ dS m}^{-1}$ foi preparada semanalmente pela diluição de cloreto de sódio não iodado, de textura fina, marca Vitasal® em água não salina – (C_1S_1) de barragem (Tabela 4), armazenada em caixas plásticas com capacidade para $3,0 \text{ m}^3$, cobertas para evitar a evaporação e consequentemente o aumento da condutividade elétrica.

O biofertilizante bovino foi produzido via fermentação anaeróbica com esterco fresco proveniente de vacas em lactação, misturado com água não salina e não clorada com condutividade elétrica de $0,35 \text{ dS m}^{-1}$, na proporção de 1:1, em biodigestor com capacidade para 240 L usando 100 L de cada componente. A fermentação metanogênica durou 30 dias. Durante esse tempo diariamente o sistema era homogeneizado por agitação. Para a liberação do gás metano produzido pela fermentação uma extremidade de uma mangueira com 12 mm de diâmetro foi conectada na base superior do biodigestor e a outra submersa em um recipiente com água para evitar a entrada de ar no sistema anaeróbico (Figura 4A). As doses do biofertilizante, nas respectivas concentrações de 0 e 50 % da dose de 15 L m^{-2}

recomendada por Santos (1992) e Diniz (2009), foram aplicadas 24 horas antes e a cada 90 dias após o plantio, preparadas diluindo-se o insumo natural na água de irrigação em caixas de fibra de vidro com capacidade para 3 m³, em seguida media-se a condutividade elétrica da mistura biofertilizante e água e fornecia-se manualmente 7,5 L de cada mistura às plantas (Figura 4B).



Figura 4. Preparo (A) e aplicação (B) do biofertilizante bovino nas covas com o maracujazeiro amarelo.

As águas de irrigação e o biofertilizante foram avaliados conforme Richards (1954) e os valores indicados na Tabela 4.

Tabela 4. Caracterização das águas e do biofertilizante bovino quanto à salinidade

Variáveis	Águas		Biofertilizante %
	A ₁	A ₂	50
pH	6,12	6,25	6,37
CE (mS cm ⁻¹)	0,35	4,00	3,10
RAS (mmolL ⁻¹) ^{1/2}	1,57	12,83	1,49
Ca ²⁺ (mmol _c L ⁻¹)	1,19	2,51	6,97
Mg ²⁺ (mmol _c L ⁻¹)	0,59	7,92	8,85
Na ⁺ (mmol _c L ⁻¹)	1,48	29,31	4,18
K ⁺ (mmol _c L ⁻¹)	0,19	0,38	10,47
CO ₃ ²⁻ (mmol _c L ⁻¹)	Aus	0,11	Aus
HCO ₃ ⁻ (mmol _c L ⁻¹)	0,54	2,85	4,65
Cl ⁻ (mmol _c L ⁻¹)	2,51	36,56	21,97
SO ₄ ²⁻ (mmol _c L ⁻¹)	0,36	0,24	3,53
Classificação	C ₁ S ₁	C ₄ S ₁	C ₄ S ₁

A₁ = Água de barragem superficial; A₂ = Água rica em cloreto de sódio; RAS = Na⁺ [(Ca²⁺ + Mg²⁺) / 2]^{1/2}; C₁ e C₄ = Risco baixo e muito alto de salinizar o solo, em relação à água de irrigação; S₁ = Risco baixo de sodificação do solo com a irrigação

3.4 - Formação das mudas, transplantio e condução da cultura

As mudas do maracujazeiro foram obtidas por via seminífera da cultivar BRS Gigante Amarelo adquiridas junto à Embrapa Cerrados. O substrato para formação das mudas constou de duas partes de terra dos primeiros 20 cm de terra vegetal da propriedade e uma parte de esterco bovino de relação C:N 18:1. Adicionaram-se a cada 100 kg do substrato 1,0 kg de Fosmag (18% de P_2O_5 ; 14,0% de Ca; 3,5% de Mg; 10,0% de S; 0,15% de B; 0,65% de Zn e 0,18% de Cu).

Antes do transplantio, na segunda quinzena de julho de 2013, foi feita uma padronização das mudas na altura entre 23 e 25 cm, três pares de folhas definitivas. A sustentação das plantas foi feita em espaldeira simples com um arame liso nº 12, instalado a 2,2 m de altura no topo das estacas. No campo, as plantas foram desenvolvidas em haste única até o arame de sustentação, sendo efetuada a poda da gema apical, quando a planta estava com 10 cm acima da espaldeira, para emissão de dois ramos laterais que foram orientados em sentidos opostos e podados quando atingiram 1,5 m de comprimento. Os ramos produtivos eram podados quando atingiam o crescimento de 30 cm antes de tocar ao chão. As podas de limpeza e de condução da cultura, o controle de plantas competitivas em água e nutrientes com a cultura, de pragas e doenças foram feitas conforme a necessidade. No dia do transplantio foram fornecidos 5 g de uréia (45% N), 10 g de fosmag e 5 g de cloreto de potássio convencional e revestido com polímeros por cova, ambos com 60% K_2O , conforme o tratamento. As adubações nitrogenada e potássica com cada tipo de fertilizante, em cobertura foram realizadas mensalmente (BORGES et al., 2002) e as de fósforo na forma de superfosfato simples (18 % P_2O_5 , 20 % Ca e 12 % S), a cada dois meses, no período de 16/07/2013 a 15/05/2014, totalizando 596 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de uréia, 787 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de superfosfato simples e 446 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de cada tipo de cloreto de potássio, conforme descrito na Tabela 5.

Tabela 5. Calendário de adubação com os respectivos quantitativos de ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio aplicados durante o experimento

Data da adubação		Dose (g planta ⁻¹)	
-----	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
16/07/2013	3	5	3
16/08/2013	3		3
16/09/2013	5	10	5
15/10/2013	10		10
30/10/2013	10		10
15/11/2013	10	20	10
19/12/2013	20		20
20/01/2014	10	10	10
18/02/2014	30		30
17/03/2014	30	40	30
15/04/2014	30		30
Total do nutriente	161 g N planta ⁻¹	85 g P ₂ O ₅ planta ⁻¹	161 g K ₂ O planta ⁻¹
Total de fertilizante/planta	358 g uréia	472 g s. simples	268 g cloreto potássio
Total de fertilizante/hectare	596 kg uréia	787 kg s. simples	446 kg cloreto potássio

A irrigação com cada tipo de água foi realizada a cada 48 horas pelo método de aplicação localizada por gotejamento usando dois gotejadores por planta, com vazão de 10 L h⁻¹, com base na lâmina máxima diária de evapotranspiração da cultura de 14 L planta⁻¹ dia⁻¹ obtida pelo produto da evaporação de tanque classe 'A' (ETa x 0,75), instalado no local do experimento (ETo = ETc x 0,75) e por cada coeficiente de cultivo - Kc de 0,4; 0,8 e 1,2 (ETc = ETo x Kc), respectivamente referente aos primeiros 60 DAT, dos 60 aos 90 DAT e a partir da floração até a colheita. Nos tratamentos com água de 4,00 dS m⁻¹, apesar da textura arenosa do solo, foi aplicada uma lâmina de irrigação 10% superior para redução dos riscos de salinidade às plantas pela lixiviação dos sais do ambiente radicular (AYERS; WESTCOT, 1999).

O manejo fitossanitário e o combate às plantas invasoras foram realizados através de monitoramento visual, aplicando, quando necessário agente químico de controle (deltametrina, methomyl e tebuconazole), objetivando reduzir a incidência dos agentes agressores (MAPA, 2010). Os tratos culturais necessários, como podas de condução e de limpeza da cultura foram realizados de acordo com o crescimento e a necessidade estabelecida pela cultura.

No início da floração foi realizada a polinização manual cruzada, no período da tarde, haja vista que as flores do maracujá amarelo, no local do experimento, abrem-se no período das 11:30 às 14:00 horas, permanecendo abertas até às 17:00 horas.

3.5 - Variáveis analisadas

3.5.1 - Fertilidade e salinidade do solo

Na floração das plantas, aos 115 dias após o transplântio, foram coletadas amostras simples de solo, nos quatro quadrantes das plantas, às profundidades de 0-20 e de 21-40 cm, para formação de uma amostra composta por tratamento. O material foi colocado em sacos de polietileno etiquetados e enviados para análises de fertilidade e salinidade.

Quanto à fertilidade do solo, as variáveis químicas analisadas foram o pH da solução do solo, teores de fósforo, potássio, cálcio, magnésio, sódio, hidrogênio + alumínio, matéria orgânica, soma de bases, alumínio, capacidade de troca de cátions e percentagem de saturação de bases, adotando-se metodologias contidas em Embrapa (2011).

Nas mesmas profundidades das análises de fertilidade, foram determinadas no extrato de saturação a condutividade elétrica (CE_{es}) na época da floração e também ao final das estações seca e chuvosa, pH, (RICHARDS, 1954), e percentual de sódio trocável - $PST = 100 \times (Na^+/CTC)$.

3.5.2 - Avaliações do crescimento das plantas

A altura das plantas foi mensurada aos 30 dias após o transplântio, com uma trena milimetrada. O diâmetro do caule com um paquímetro digital foi medido aos 30, 90, 150, 210 e 270 dias após o transplântio das mudas. Os resultados ajustaram-se ao modelo logístico, em função das idades das plantas conforme a Eq. 1.

$$Y = \frac{A}{1 + B \exp^{-kt}} \quad (1)$$

Onde:

Y - expressa o diâmetro caulinar das plantas de maracujazeiro (mm)

A - parâmetro assintótico que corresponde ao diâmetro caulinar à idade da planta

B - corresponde ao parâmetro de locação, sem interpretação biológica

K - determina a taxa de expansão do crescimento

exp - refere-se à base do logaritmo neperiano

t - refere-se ao tempo do transplântio à leitura, (dia)

O crescimento também foi avaliado pelo período do transplântio à poda da haste principal ao atingir a espaldeira e à poda de cada ramo lateral, isto é, ao atingir 1,5 m. Para

estimulo à emissão dos ramos produtivos e os ramos produtivos das plantas foram contados aos 100 dias após o transplântio das mudas.

A taxa de crescimento absoluto das plantas foi feita de acordo com a metodologia de Benincasa (2003), a partir dos dados de alturas inicial (h_i) e final (h_f) das plantas, pela equação 1:

$$TCAA = (h_f - h_i) * (\Delta_{t1})^{-1}$$

[Eq.2]

onde:

TCAA = taxa de crescimento absoluto em altura (cm dia⁻¹);

h_f = altura final da planta após a poda do meristema apical (cm);

h_i = altura da planta aos 30 DAT (cm);

Ln = logaritmo neperiano;

Δ_{t1} = espaço decorrido entre as leituras de h_f e h_i ;

3.5.3 - Composição mineral das plantas

Na floração plena das plantas (115 DAT), foram coletadas amostras individuais da 4^a folha a partir do meristema apical dos ramos produtivos intermediários e sádios (MALAVOLTA et al., 1997), de cada unidade experimental, para avaliação do estado nutricional das plantas, em macronutrientes (N, P, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ e S), micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn) e sódio na matéria seca do tecido foliar, empregando as metodologias sugeridas por (EMBRAPA, 2009). A assecpia das folhas foi feita em água corrente e submersão em água deionizada. O material foi posto a secar em estufa com circulação de ar, à temperatura de 70 °C, durante 72 horas, triturado em moinho tipo Willey TE – 650®, utilizando-se peneira de 20 mesh.

Os teores de nitrogênio no tecido foliar foram avaliados pelo método semi-micro Kjeldahl; fósforo por colorimetria do metavanadato; teores de potássio e enxofre por fotometria de chama de emissão após diluição do extrato; cálcio e magnésio por espectrofotometria de absorção atômica e os teores de enxofre pela gravimetria do sulfato de bário. A quantificação de boro foi feita por colorimetria de curcumina e dos micronutrientes cobre, ferro, manganês e zinco e o elemento sódio por espectrofotometria de absorção atômica (EMBRAPA, 2009).

3.5.4 - Trocas gasosas

As trocas gasosas foram avaliadas aos 132 dias após o transplante das mudas (DAT) na folha mediana e intacta do ramo produtivo intermediário da planta, com analisador de gás carbônico sob radiação infravermelho portátil (IRGA), modelo LCPro⁺ Portable Photosynthesis System[®] (ADC BioScientific Limited, UK), com controle de temperatura a 25°C, irradiação de 1800 $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ e fluxo de ar de 200 ml min^{-1} . As variáveis fisiológicas determinadas foram concentração interna de CO₂, condutância estomática, taxa transpiratória e fotossíntese líquida, medidas entre às 8:00 e 10:00 horas da manhã.

3.5.5 - Temperatura e umidade do solo

A temperatura e a umidade foram avaliadas durante o período de estiagem, setembro de 2013 a janeiro de 2014. Para realizar essas determinações, foram instalados dois tubos de acesso de PVC de 50 mm de diâmetro, na segunda planta de cada tratamento, em todos os blocos, nos tamanhos de 20 e 35 cm de comprimento, instalados nas profundidades de 15 e 30 cm, respectivamente. As respectivas estações foram instaladas a 20 cm do caule da planta e do gotejador, e a parte superior foi coberta com copos feitos de garrafa PET, para evitar a entrada de água e pequenos animais. As variáveis foram monitoradas quinzenalmente utilizando um termômetro digital a laser, modelo ICCEL – TD 971 para avaliar a temperatura do solo (°C) e um medidor portátil digital tipo ECH2O Check- EC 3212 para avaliar o teor de umidade (%), 24 horas após a irrigação, nas diferentes camadas.

3.5.6 - Produção

A colheita foi feita a cada dois dias, no período de março a maio de 2014, retirando-se das plantas os frutos com pelo menos 40 % da área da casca amarelada, em seguida foram acondicionados em caixa plástica, para obtenção do número de frutos por planta, massa média de frutos, produção por planta e produtividade total por área.

3.5.7 - Análises estatísticas

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ao nível de 5 % e 1 %, as médias das interações comparadas por Tukey e o ajuste da equação para avaliação do crescimento pelo diâmetro das plantas foi feito utilizando o software Statistical Analysis System (SAS/STAT 9.3 (2011)).

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 - Fertilidade, Salinidade e Umidade do Solo

4.1.1 - Fertilidade do solo

A interação água \times potássio \times biofertilizante exerceu efeitos significativos nos teores de K^+ e Ca^{2+} na profundidade de 0-20 cm, de Mg^{2+} e de Na^+ de 21-40 cm, respectivamente (Tabela 6). Verifica-se também que a interação água \times potássio influenciou os teores de P em ambas as profundidades, de Mg^{2+} e Na^+ na camada de 0-20 cm e de Ca^{2+} de 21-40 cm; a interação entre água e biofertilizante nos teores superficiais de P e Mg^{2+} e Ca^{2+} na faixa de 21 - 40 cm e a interação potássio \times biofertilizante sobre os teores de P na profundidade de 21 - 40 cm. Constata-se também, dentre os componentes da fertilidade, que apesar dos teores de K^+ não sofrerem interferência de nenhuma interação avaliada na faixa de 21 - 40 cm, responderam à ação isolada dos tipos de potássio.

Tabela 6. Resumo das análises de variância, pelo quadrado médio, referentes aos teores de Fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e sódio (Na) do solo com o maracujazeiro amarelo.

Fonte de variação	P		K		Ca		Mg		Na	
	0-20 cm	21-40 cm	0-20 cm	21-40 cm	0-20 cm	21-40 cm	0-20 cm	21-40 cm	0-20 cm	21-40 cm
Bloco	4,53	7,69	10,13	40,73	0,023 ^{ns}	0,010	0,008	0,001	0,001	0,000164
Água (A)	344,95 ^{ns}	926,22 ^{ns}	2193,80*	87,76 ^{ns}	0,110 ^{ns}	0,013 ^{ns}	0,045 ^{ns}	0,069 ^{ns}	0,08*	0,023573*
Resíduo (a)	23,74	5,05	28,48	13,16	0,077	0,007	0,006	0,014	0,0008	0,0002
Potássio (K)	8,62 ^{ns}	52,79 ^{ns}	496,38**	466,3**	0,023 ^{ns}	0,117**	0,008 ^{ns}	0,42+E-5 ^{ns}	0,005*	0,001031**
Biofertilizante (B)	1041,85**	514,99**	910,5**	9,61 ^{ns}	0,062*	0,0006	0,077**	0,021 ^{ns}	0,009*	0,0017227**
A x K	153,56*	162,15**	0,31*	0,005 ^{ns}	0,039 ^{ns}	0,240**	0,126**	0,033*	0,006*	0,001378**
A x B	140,61*	46,91 ^{ns}	268,98*	36,33 ^{ns}	0,013 ^{ns}	0,064*	0,088**	0,006 ^{ns}	0,0002 ^{ns}	0,000003 ^{ns}
K x B	11,86 ^{ns}	188,92**	18,12 ^{ns}	12,39 ^{ns}	0,049*	0,011 ^{ns}	0,018 ^{ns}	0,034*	0,0015 ^{ns}	0,000744**
A x K x B	1,46 ^{ns}	2,4 ^{ns}	221,89*	41,08 ^{ns}	0,124**	0,032 ^{ns}	0,017 ^{ns}	0,040*	0,003 ^{ns}	0,000779**
Resíduo (b)	17,55	13,25	34,12	18,14	0,008	0,009	0,004	0,069	0,0009	0,00007
CV a (%)	7,75	6,11	3,98	2,74	18,74	7,40	13,35	19,08	12,85	10,11
CV b (%)	6,66	9,9	4,35	3,22	6,04	8,39	10,90	42,36	13,63	5,57
Média	62,82	36,75	134,03	132,04	1,48	1,13	0,58	0,62	0,22	0,15

^{ns}: não significativo, *significativo a 5%, **significativo a 1%

Fósforo no solo

O KCl revestido reduziu e elevou o teor médio de P no solo irrigado com água não salina e salina, respectivamente em relação aos tratamentos com o fertilizante convencional (Figura 5A). A redução provocada pelo fertilizante revestido com polímeros orgânicos foi de 6,39 e a elevação de 9,76 % entre os tratamentos irrigados com água não salina e salina. Na mesma camada, o biofertilizante superou em 36,00 e 13,47 % os teores de fósforo independentemente do tipo de água de irrigação (Figura 5B). Constata-se também que apesar do mais baixo incremento de P no solo com água salina os valores absolutos superaram os dos tratamentos com água de boa qualidade.

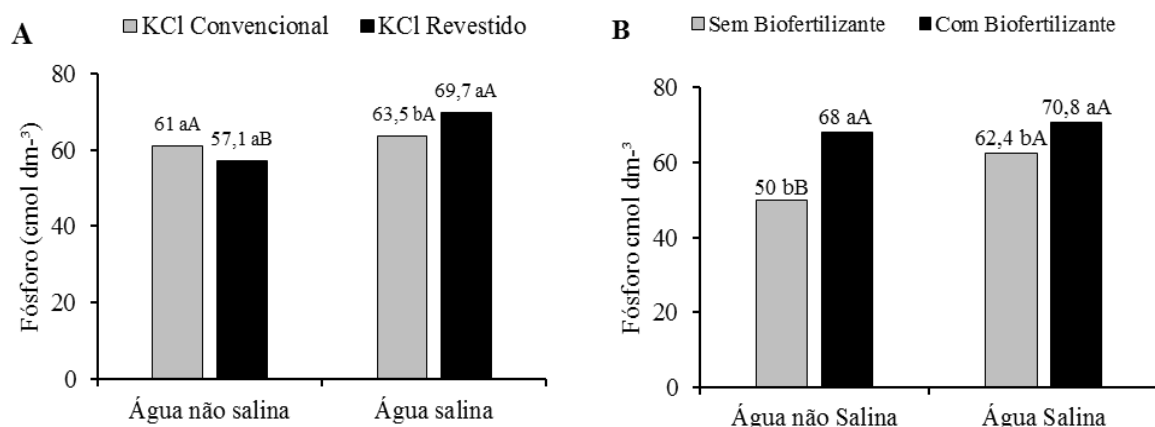


Figura 5. Teores de fósforo no solo na camada de 0–20 cm, no início da floração do maracujazeiro amarelo, em função da salinidade da água e tipos de potássio (A) e em função da salinidade da água, no solo sem e com biofertilizante (B).

Colunas com mesmas letras minúsculas não diferem quanto ao tipo de potássio num mesmo tipo de água e com mesma letra maiúscula não diferem quanto ao tipo de água num mesmo tipo de potássio, por Tukey para $p \leq 0,05$ (A) e Colunas com mesmas letras minúsculas não diferem quanto ao Biofertilizante num mesmo tipo de água e com mesma letra maiúscula não diferem quanto ao tipo de água na ausência ou presença de biofertilizante, por Tukey para $p \leq 0,05$ (B).

A adição do biofertilizante pode reduzir a adsorção de P no solo, pela capacidade da matéria orgânica em fornecer íons orgânicos que competem com o fosfato pelos sítios de adsorção, esse processo se torna ainda mais intenso pela fluidez do insumo orgânico, que favorece a sua maior interação no ambiente edáfico. Novais et al. (2007) afirmam que a correlação positiva entre o teor de matéria orgânica e o de P disponível no solo, é promovida pela formação de pontes de cátions com o Al^{3+} , Fe^{2+} e Ca^{2+} a ela adsorvidos. Os resultados obtidos, em função dos tipos de KCl, estão em consonância com Gondim (2010) em cultivo do maracujazeiro amarelo sob adubação com biofertilizante, vinhaça e KCl, que obteve incremento nos teores de P do solo em função do fertilizante.

Para Pessoa et al. (2010) e Freire (2011), possivelmente com o pH médio do solo próximo da neutralidade nos tratamentos com água salina, a carga superficial de partículas do solo se torna cada vez mais negativa, aumentando a repulsão das partículas entre o fosfato e a superfície adsorvente, com consequente diminuição da adsorção, resultando em maior disponibilidade do macronutriente. Contudo, Garcia et al. (2008), avaliando a alteração química de dois solos irrigados com água salina, concluíram que os teores de fósforo em Neossolo Flúvico não foram afetados por águas com condutividade elétrica de até 10 dS m^{-1} com teores de P no solo próximos de $3,2 \text{ mg dm}^{-3}$.

Os teores variaram de 50 a 70,8 mg dm⁻³ de P, caracterizando elevação deste nutriente no solo (CAVALCANTI, 2008), principalmente quando comparado com o teor inicial de 23,51 mg dm⁻³ antes da aplicação dos tratamentos.

Na camada de 21–40 cm os teores do macronutriente foram menores do que na faixa de 0–20 cm. Situação também verificada por Cretton (2006) em cultivo de Goiabeira (*Psidium guajava*) nas mesmas profundidades avaliadas neste estudo. Conforme o autor, o teor de P no solo diminui com a profundidade devido à absorção pelas plantas, a adsorção e a baixa mobilidade do elemento no solo (MALAVOTA et al., 1997). Na Figura 6A, constata-se uma depleção de 17,2 % provocada pelo KCl protegido em relação ao fertilizante tradicional no solo irrigado com água salina. A elevação da salinidade da água de irrigação de 0,35 para 4,0 dS m⁻¹ elevou os teores de P em 59,8 e 22,7 % no solo adubado com potássio convencional e revestido, respectivamente.

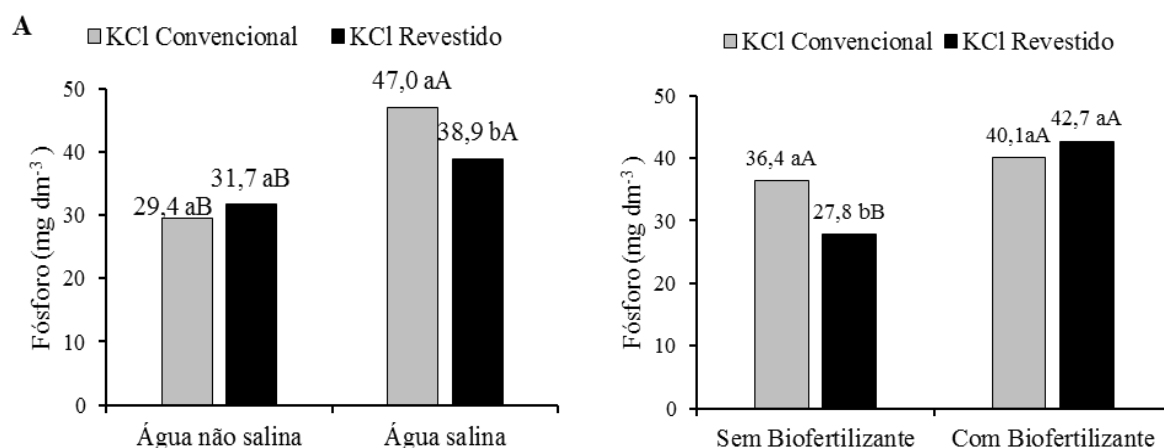


Figura 7. Valores de fósforo no solo na camada de 21-40 cm, no início da floração do amarelo, em função da salinidade da água e tipos de potássio (A) e em função da ausência e presença de biofertilizante bovino e tipos de potássio (B).

Colunas com mesmas letras minúsculas não diferem quanto ao tipo de potássio num mesmo tipo de água e com mesma letra maiúscula não diferem quanto ao tipo de água num mesmo tipo de potássio, por Tukey para $p \leq 0,05$ (A) e colunas com mesmas letras minúsculas não diferem quanto ao tipo de potássio na ausência ou presença de biofertilizante e com mesma letra maiúscula não diferem quanto ao biofertilizante num mesmo tipo de potássio, por Tukey para $p \leq 0,05$ (B).

Na Figura 6B, a biofertilização não proporcionou diferença significativa entre os teores de P do solo adubado com cloreto de potássio convencional, mas o fertilizante de liberação lenta elevou em 53,59 % a disponibilidade do macronutriente em relação aos tratamentos sem biofertilizante bovino. Os teores de P foram elevados de 36,4 e 27,8 mg dm⁻³ para 40,1 e 42,7 mg dm⁻³, aumento de 10 e 53 % em função da utilização do insumo orgânico.

O alto teor salino do KCl associado a alta taxa de liberação de K, propiciada pela adubação mensal e a irrigação com água salina de 4,0 dS m⁻¹, podem ter contribuído para o incremento de fósforo no solo. Comportamento semelhante foi verificado por Pessoa et al.

(2010) e Freire, (2011), em que esses fatores juntamente com o pH do solo próximo à neutralidade, podem ter diminuído a adsorção elevando disponibilidade de P. Para Santos et al. (2010) o fósforo em solução aumenta quando a saturação por sódio substitui o Ca^{2+} , Mg^{2+} e Al^{3+} nos sítios de troca, conduzindo a dessorção de P.

A elevação do conteúdo de fósforo, em função do biofertilizante pode ser devido à capacidade do insumo orgânico em disponibilizar este elemento, pelo aumento da solubilidade de compostos fosfatados existentes nos solos (NASCIMENTO et al, 2012b). Nesse sentido, Sarwar et al. (2008) afirmam que o biofertilizante líquido contém microrganismos e substâncias húmicas com habilidade de converterem elementos, como o fósforo, da forma adsorvida, pouco indisponível, para disponível às plantas, com consequente diminuição da fixação de P no solo. Gonzalez et al., (2014) observaram que a adição de torta de filtro enriquecida com fosfato natural contribuiu para o aumento do teor de fósforo solúvel em Latossolo Vermelho distrófico.

Potássio no solo

Na camada de 0-20 cm no solo sem biofertilizante e irrigado com água não salina, o cloreto de potássio protegido com polímeros orgânicos disponibilizou 15,6 % mais K^+ que o fertilizante convencional (Figura 7). Quanto à ação do biofertilizante, o teor foi significativamente elevado em 25,14 e 9,08 % no solo com o fertilizante tradicional e de liberação lenta e irrigado com água não salina, respectivamente. Nos tratamentos com água salina e biofertilizante o KCl revestido elevou em 9,7 % o K edáfico. O aumento da salinidade da água de irrigação incrementou os teores de K em 29,7, 16,2 e 13,9 % no solo sem biofertilizante com ambos os tipos de KCl e no solo com o fertilizante orgânico adubado com o fertilizante de liberação lenta, respectivamente.

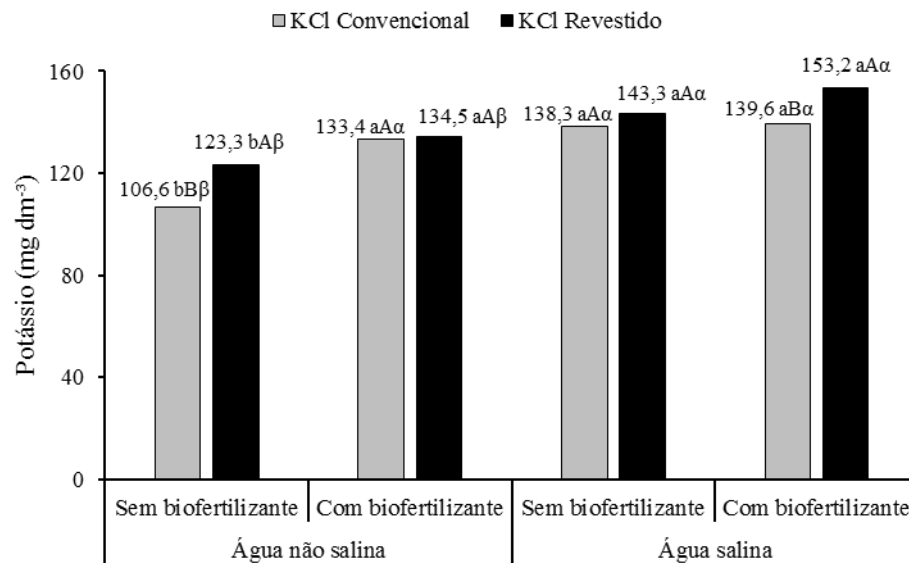


Figura 7. Teores de potássio no solo na camada de 0–20 cm, no início da floração do maracujazeiro amarelo, em função da salinidade da água, no solo sem e com biofertilizante e tipos de potássio.

Colunas com mesmas letras minúsculas não diferem quanto à ausência ou presença do biofertilizante dentro do mesmo tipo de potássio e água, maiúsculas quanto ao tipo de potássio na ausência ou presença de biofertilizante num mesmo tipo de água e com a mesma letra grega não diferem quanto ao tipo de água num mesmo tipo de potássio, na ausência ou presença de biofertilizante, por Tukey para $p \leq 0,05$.

Freire (2011), verificou que o biofertilizante bovino contribuiu positivamente para o incremento do teor de K^+ no solo, irrigado com água de boa qualidade $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ e de uso restritivo $4,5 \text{ dS m}^{-1}$, porém com superioridade nos tratamentos com água não salina. Por outro lado, Dias, (2011) registrou diminuição dos teores de potássio do substrato com o insumo orgânico aplicado uma semana antes e 90 dias após o transplante, irrigado com águas de condutividade elétrica de $0,5, 1,5, 2,5, 3,5$ e $4,5 \text{ dS m}^{-1}$.

O aumento promovido pela salinidade da água de irrigação pode ser atribuído à permanência deste íon nos sítios de troca com o sódio através de adubação potássica realizada mensalmente, com isso aumentando a disponibilidade na camada de 0–20 cm.

Apenas o tipo de potássio exerceu ação significativa sobre os teores de K^+ na profundidade de 21 – 40 cm (Figura 8). O KCl revestido elevou os teores médios de K^+ até $136,5 \text{ mg dm}^{-3}$, superando em quase 7 % o KCl convencional, com $127,6 \text{ mg dm}^{-3}$ de K. Ambos os tipos de fertilizante elevaram de baixo $76,04 \text{ mg dm}^{-3}$ (Tabela 1), para valores acima de 120 mg dm^{-3} , que é valor admitido como adequado à cultura do maracujazeiro amarelo (CAVALCANTI, 2008), com aumentos de 79,51 e 67,81 % atribuídos aos respectivos fertilizantes. Ao considerar que na camada de 0-20 cm, o teor inicial de K era $81,34 \text{ mg dm}^{-3}$ e foi elevado para 106,6 e 139,6 e de 123,3 e 153,2 mg dm^{-3} pelo cloreto de

potássio convencional e revestido, a comparação entre os valores da camada superficial para a mais profunda evidencia a lixiviação do K_2O da camada superficial para a mais profunda.

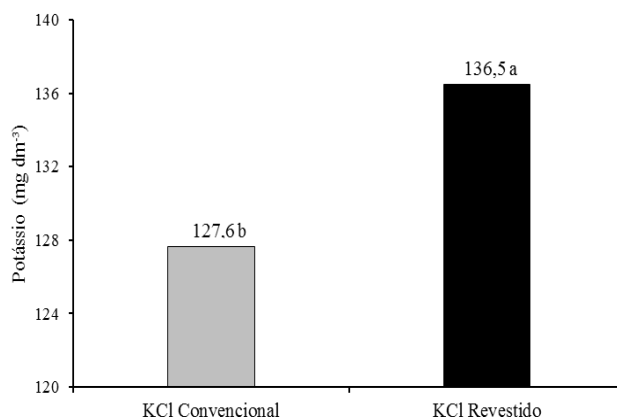


Figura 8. Teores de potássio no solo na camada de 21–40 cm, no início da floração do maracujazeiro amarelo em função de tipos de potássio.

Luchese et al. (2011) constataram que a utilização de KCl recoberto por polímero é uma alternativa para aumentar a eficiência da adubação potássica em solos com textura franco arenosa. Conforme Cavalcante et al. (2002) e Dias (2011) esses valores são classificados como aceitáveis para a cultura do maracujazeiro amarelo, ao afirmarem que solo com valores abaixo de 90 mg kg^{-1} são de disponibilidade restrita às plantas.

Cálcio no solo

Os teores de Ca^{+2} na profundidade de 0–20 cm (Figura 9) foram reduzidos com a aplicação do biofertilizante associado à água não salina e KCl convencional até $1,45 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, decréscimo de 11 % em relação aos tratamentos sem o insumo orgânico ($1,63 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) estes teores são inferiores aos iniciais (Tabela 1) de $2,45 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$. Entretanto, nos tratamentos com o insumo orgânico, água não salina e KCl revestido, os teores se elevaram até $1,71 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, superando em 20,42 % os teores de Ca^{2+} dos tratamentos sem a biofertilização, que foram de $1,42 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$. A mesma tendência foi observada com o biofertilizante, KCl convencional e água salina, $1,59 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, elevando em 14,3 % o teor de Ca^{2+} em relação aos tratamentos sem o uso do fertilizante orgânico de bovino, $1,39 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$.

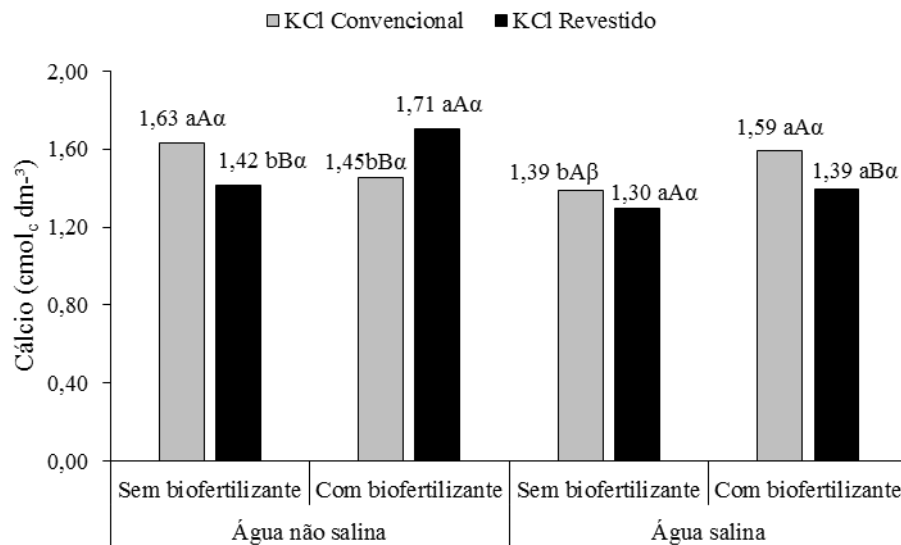


Figura 9. Teores de cálcio do solo, na camada de 0–20 cm, no início da floração do maracujazeiro amarelo, em função da salinidade da água, no solo sem e com biofertilizante e tipos de potássio.

Colunas com mesmas letras minúsculas não diferem quanto à ausência ou presença do biofertilizante dentro do mesmo tipo de potássio e água, maiúsculas quanto ao tipo de potássio na ausência ou presença de biofertilizante num mesmo tipo de água e com a mesma letra grega não diferem quanto ao tipo de água num mesmo tipo de potássio, na ausência ou presença de biofertilizante, por Tukey para $p \leq 0,05$.

A salinidade da água não promoveu diferenciação estatística, exceto nos tratamentos com água salina e KCl convencional na ausência de biofertilizante, o aumento da salinidade da água decresceu o teor de Ca^{2+} edáfico até $1,38 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, redução de 15 % no teor deste cátion em relação ao solo irrigado com água não salina, $1,63 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$.

Em geral, o tipo de KCl utilizado exerceu significância, exceto nos tratamentos sem biofertilizante e com água salina. No solo irrigado com água não salina e salina, na ausência e presença de biofertilizante, o KCl convencional, proporcionou teores médios de $1,63$ e $1,59 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, incremento médio de 14,7 e 14,3 % em comparação ao solo com KCl revestido, $1,42 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ e $1,39 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, respectivamente. O KCl revestido incrementou em 18 % o teor de cálcio no solo, chegando até $1,71 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, enquanto os tratamentos com o KCl convencional não obteve teor médio superior à $1,45 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$.

O aumento nos teores de Ca^{2+} nos tratamentos sem biofertilizante pode ser resposta dos baixos teores de K^+ no solo (Figura 7), fortalecendo o antagonismo entre estes íons no solo como abordado por Rosolem (2006). Entretanto os incrementos proporcionados pelo biofertilizante, possivelmente devam-se ao alto teor de cálcio contido neste insumo orgânico (Tabela 3). Segundo Nascimento et al., (2012b) o teor de cálcio solúvel da água salina contribui para o aumento potencial do teor de cálcio trocável, uma vez que a irrigação promove transporte de sais ao solo, mas pode também ter a contribuição do biofertilizante e

da adição da matéria orgânica oriunda do esterco de bovino na adubação de fundação (CAVALCANTE & CAVALCANTE, 2006).

Segundo Malavolta et al. (1997), a competição entre K^+ e Ca^{2+} por sítios de ligação no solo pode explicar em parte o comportamento inverso destes cátions no solo. Resultados semelhantes foram observados por Cretton (2006) e Rodrigues et al. (2004) em solo cultivado com goiabeira, onde o aumento das doses de KCl aplicadas no solo propiciou decréscimos nos teores de Ca^{2+} na água lixiviada. O aumento do consumo de Ca^{2+} pelas plantas de maracujazeiro principalmente a partir do florescimento pode ser responsável por esta redução nos teores médios em relação aos iniciais.

O solo com o fertilizante revestido e água não salina, diferenciou-se significativamente para ambos os fatores (Figura 10A), obtendo teor médio de $1,28 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de Ca^{2+} , expressando superioridade de 36,1 % em relação ao uso do KCl convencional ($0,94 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) e de 14,2 % sobre o teor deste macronutriente no solo irrigado com água salina, $1,12 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, no solo adubado com fertilizante convencional, a irrigação com água salina elevou o teor de cálcio de $0,94$ para $1,18 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, incremento de 25,5 %.

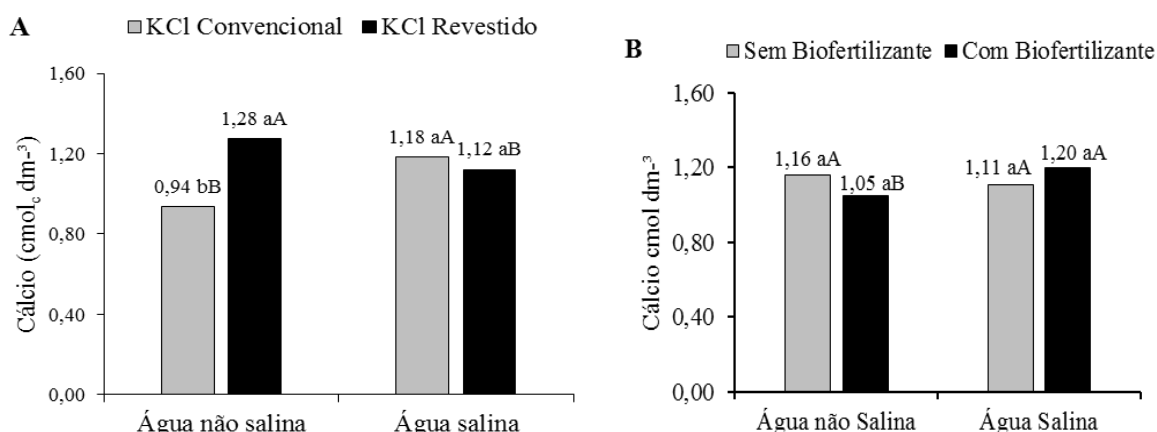


Figura 10. Teores de cálcio no solo na camada de 21-40 cm, no início da floração do maracujazeiro amarelo, em função da salinidade da água e tipos de potássio (A) e em função da ausência e presença de biofertilizante bovino e da salinidade da água (B).

Colunas com mesmas letras minúsculas não diferem quanto ao tipo de potássio num mesmo tipo de água e com mesma letra maiúscula não diferem quanto ao tipo de água num mesmo tipo de potássio, por Tukey para $p \leq 0,05$ (A) e colunas com mesmas letras minúsculas não diferem quanto ao biofertilizante num mesmo tipo de água, com mesma letra maiúscula não diferem quanto ao tipo de água na ausência ou presença de biofertilizante, por Tukey para $p \leq 0,05$ (B).

Na Figura 10B, constata-se que a ausência da biofertilização no solo com água de boa qualidade obteve $1,16 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de Ca^{2+} , sobressaindo-se em 10,4 % sobre o teor deste elemento no solo com o insumo orgânico ($1,05 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$). O biofertilizante aplicado no solo irrigado com água salina, $1,20 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, diferenciou-se para ambos os fatores, em

comparação com o solo na ausência de biofertilizante ($1,11 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) o incremento foi de 8,1 e de 14,2 % em relação ao solo irrigado com água não salina, $1,05 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$.

A liberação paulatina do potássio pelo fertilizante revestido, aplicado mensalmente, pode ter diminuído a taxa de lixiviação do íon K^+ , que associado à matéria orgânica aplicada em fundação, deve ter contribuído para o aumento dos teores de Ca^{2+} no solo. Furtini Neto (2001) concluiu que o cloreto de potássio convencional proporcionou a troca estequiométrica do Ca^{2+} dos sítios de troca para a solução do solo, ocorrendo maior liberação de Ca^{2+} dos sítios de troca.

O decréscimo dos teores médios de Ca^{2+} proporcionados pelo aumento da salinidade da água deve estar associado à precipitação deste elemento na forma de cloreto, tendo em vista que a água salina utilizada na irrigação teve elevado teor deste ânion (Tabela 4), conformconcordam com o observado por Holanda Filho et al., (2011) em solo cultivado com mandioqueira (*Manihot esculenta* Crantz) sob irrigação com água salina, contrariando ao que constatarem Garcia et al., (2008) observaram incremento no teor de cálcio trocável no solo em função do aumento da salinidade da água, sendo esse aumento atribuído à característica das águas salinas utilizadas nas irrigações, pois as mesmas possuíam íons de Ca^{2+} na sua composição.

De acordo com Cavalcanti (2008), nesta pesquisa, os teores deste macronutriente são considerados baixos, por serem inferiores aos da faixa considerada como ideal de 2,70 a 3,6 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$.

Magnésio no solo

O tratamento com KCl convencional no solo irrigado com água não salina proporcionou maiores teores de Mg^{2+} , elevando-os até $0,72 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, acréscimo de 35,8 % em relação ao solo com KCl revestido. Contudo, o KCl revestido exerceu superioridade quando aplicado com água de salinidade elevada, $0,59 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, aumento de 23 % nos teores de Mg^{2+} em comparação aos tratamentos com KCl convencional (Figura 11 A). A irrigação com água salina proporcionou decréscimo no teor médio de Mg^{2+} até $0,48 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, depleção de 33 % em comparação com o teor deste elemento no solo irrigado com água sem restrição de uso.

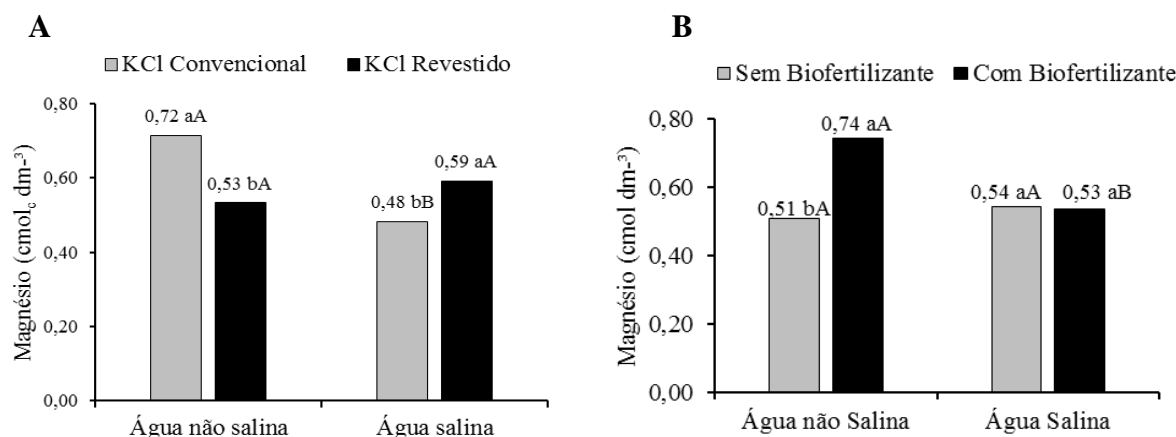


Figura 11. Teores de magnésio no solo na camada de 0-20 cm, no início da floração do maracujazeiro amarelo, em função da salinidade da água e tipos de potássio (A) e em função da salinidade da água no solo sem e com biofertilizante bovino (B).

Colunas com mesmas letras minúsculas não diferem quanto ao tipo de potássio num mesmo tipo de água e com mesma letra maiúscula não diferem quanto ao tipo de água num mesmo tipo de potássio, por Tukey para $p \leq 0,01$ (A) e colunas com mesmas letras minúsculas não diferem quanto ao biofertilizante num mesmo tipo de água, com mesma letra maiúscula não diferem quanto ao tipo de água na ausência ou presença de biofertilizante, por Tukey para $p \leq 0,01$ (B).

Na Figura 11 B constata-se que aplicação do biofertilizante nos tratamentos com água não salina elevou significativamente o teor de Mg^{2+} edáfico até $0,74 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, incremento de 45 % em relação ao teor médio do solo na ausência de biofertilizante ($0,51 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$). Ao relacionar os teores de magnésio de $0,74 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ nos tratamentos com biofertilizante irrigados com água não salina, observa-se superioridade de 39,6 % sobre o teor médio de Mg^{2+} do solo irrigado com água salina.

Na camada de 21–40 cm (Figura 12), os maiores teores de Mg^{2+} foram observados no solo com água não salina, KCl convencional na ausência e presença de biofertilizante, contudo nesta profundidade a aplicação do biofertilizante diferenciou apenas nos tratamentos com água salina e KCl convencional, chegando a $0,65 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de Mg^{2+} , superioridade de 62,5 % em relação ao solo sem o insumo orgânico, $0,40 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$. O potássio revestido, na ausência da biofertilização e com água salina, elevou os teores deste macronutriente até $0,63 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, acréscimo de 57,5 % em comparação ao solo com potássio convencional.

O aumento da salinidade da água promoveu decréscimo 75 % nos teores médios de Mg^{2+} no solo com KCl convencional, na ausência do biofertilizante ($0,40 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) em comparação aos tratamentos com água não salina ($0,70 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$).

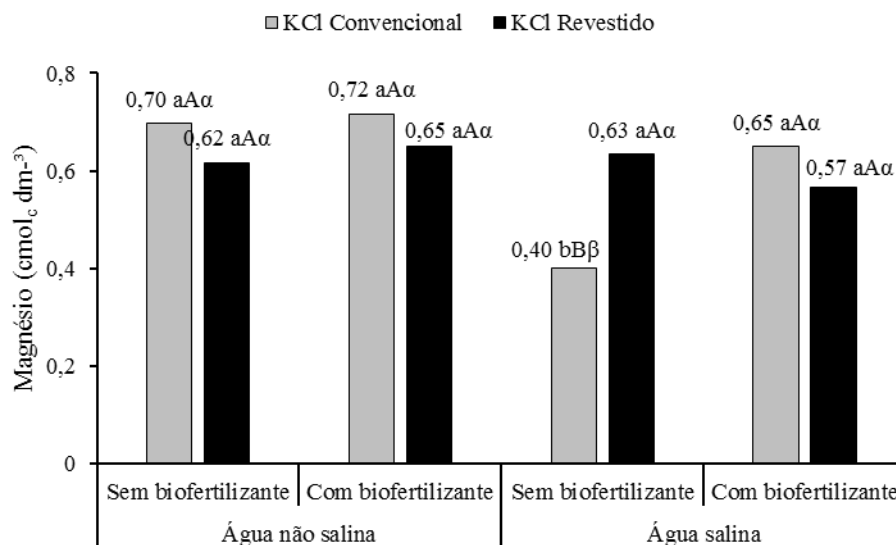


Figura 12. Teores de Magnésio no solo na camada de 21–40 cm, no início da floração do maracujazeiro amarelo, em função da salinidade da água, no solo sem e com biofertilizante e tipos de potássio.

Colunas com mesmas letras minúsculas não diferem quanto à ausência ou presença do biofertilizante dentro do mesmo tipo de potássio e água, maiúsculas quanto ao tipo de potássio na ausência ou presença de biofertilizante num mesmo tipo de água e com a mesma letra grega não diferem quanto ao tipo de água num mesmo tipo de potássio, na ausência ou presença de biofertilizante, por Tukey para $p \leq 0,05$.

Tanto na profundidade de 0-20 como de 21-40 cm, a maior atividade de microrganismos no solo pode ter contribuído para incrementar os teores de magnésio no solo. A aplicação do biofertilizante, associada à adubação com esterco bovino em fundação possivelmente tenha contribuído para elevar a disponibilidade deste elemento no solo (DINIZ, 2009; DIAS, 2011). Brehm et al. (2008) verificaram que a adição de matéria orgânica em fundação elevou significativamente os teores de magnésio do solo.

A redução dos teores médios de Mg^{2+} com o aumento da salinidade de água estão de acordo com Linhares et al. (2012) que em solo cultivado com a Berinjela (*Solanum melongena* L.) verificaram que a concentração de Mg^{2+} reduziu com o aumento da salinidade da água utilizada na irrigação nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm.

Sódio no solo

Os teores de Na^+ na camada de 0-20 cm (Figura 13 A), aumentaram de 0,16 e 0,15 $cmol_c\ dm^{-3}$ quando irrigou-se com água não salina no solo com KCl convencional e revestido, para 0,24 e 0,36 $cmol_c\ dm^{-3}$ com o aumento da salinidade da água, incremento de 50 e 140 %. A maior condutividade elétrica da água de irrigação contribuiu para maior deposição deste elemento, conforme constatado também por Garcia et al, (2008) e Holanda Filho et al. (2011)

irrigando plantas de feijoeiro e mandioca, respectivamente com água de condutividade elétrica de 0,1 à 10 dS m⁻¹.

Os diferentes tipos de potássio utilizados não exerceram diferença significativa quando irrigou-se com água não salina. Na irrigação com água salina o potássio revestido elevou o teor de sódio edáfico até 0,31 cmol_c dm⁻³, aumento de 29,1 % em relação ao solo com KCl convencional. Isto ocorreu possivelmente pelo alto índice salino do KCl (116), a frequência mensal da adubação potássica e a atividade do Cl⁻, causando um constante abastecimento da solução do solo por este ânion, incrementando o teor de sódio edáfico. Na Figura 13 B constata-se que o biofertilizante bovino exerceu ação significativa sobre os teores de Na⁺ no solo, superando em 20 % os tratamentos sem o insumo orgânico.

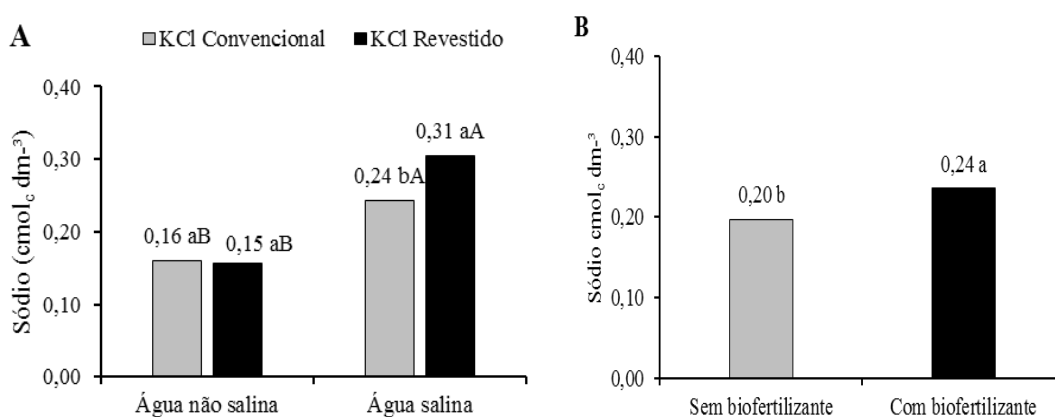


Figura 13. Teores de sódio no solo na camada de 0-20 cm, no início da floração do maracujazeiro amarelo, em função da salinidade da água e tipos de potássio (A), no solo sem e com biofertilizante bovino (B).

Colunas com mesmas letras minúsculas não diferem quanto ao tipo de potássio num mesmo tipo de água e com mesma letra maiúscula não diferem quanto ao tipo de água num mesmo tipo de potássio, por Tukey para $p \leq 0,05$ (A).

Segundo Carmona et al. (2009) o manejo da adubação potássica com KCl, juntamente com diferentes níveis de salinidade incrementaram o teor salino de um solo cultivado com a cultura do arroz (*Oryza sativa* L.). Gondim (2010) em solo cultivado com o maracujazeiro amarelo sob fertirrigação com vinhaça, um subproduto da cana de açúcar, rica em potássio, observou que o teor de sódio do solo elevou-se até 0,30 cmol_c dm⁻³ em função do uso deste fertilizante orgânico.

Resultados semelhantes foram registrados por Nascimento (2010) em solo cultivado com maracujazeiro amarelo, adubação com biofertilizante e irrigação com águas de salinidades crescentes. A alta condutividade elétrica do biofertilizante de 3,1 dS m⁻¹ (Tabela 4), classificado com base em Ayers e Westcot (1999) como C₄S₁, ou de uso restritivo, pode ter

contribuído para estes resultados. Sousa et al. (2008) afirmam que o biofertilizante pode aumentar o teor de sódio do solo sob irrigação com águas de boa qualidade.

Na camada de 21-40 cm (Figura 14), o teor de Na^+ aumentou de 0,12 e 0,11 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ no solo irrigado com água não salina, na ausência de biofertilizante, com potássio convencional e revestido, respectivamente, para 0,13 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ com a aplicação do insumo orgânico. Tendência semelhante ocorreu no solo com a biofertilização, água salina, e potássio revestido, 0,22 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$, aumento de 37,5 % em comparação aos 0,16 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ do solo sem o fertilizante orgânico de bovino. No mesmo tratamento o potássio revestido elevou em 29,4 % o teor de Na^+ em relação à adubação com o fertilizante tradicional.

O aumento na salinidade da água elevou significativamente os teores de Na^+ no solo, partindo de 0,12 e 0,11 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ no solo irrigado com água não salina, na ausência de biofertilizante, com KCl convencional e revestido, para 0,16 e 0,18 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$, acréscimo de 33 e 63 %, respectivamente. A mesma tendência repetiu-se nos tratamentos com água salina, biofertilizante e potássio convencional e revestido, 0,17 e 0,22 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$, aumento de 30 e 69 %, respectivamente, sobre os tratamentos com água sem restrição de uso, 0,13 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$.

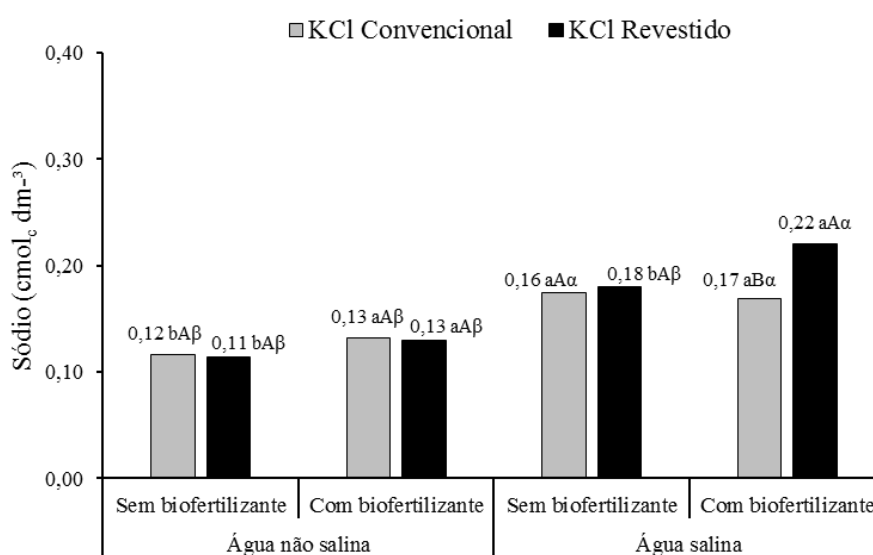


Figura 14. Teores de sódio no solo na camada de 21 -40 cm, no início da floração do maracujazeiro amarelo, em função da salinidade da água, no solo sem e com biofertilizante e tipos de potássio.

Colunas com mesmas letras minúsculas não diferem quanto à ausência ou presença do biofertilizante dentro do mesmo tipo de potássio e água, maiúsculas quanto ao tipo de potássio na ausência ou presença de biofertilizante num mesmo tipo de água e com a mesma letra grega não diferem quanto ao tipo de água num mesmo tipo de potássio, na ausência ou presença de biofertilizante, por Tukey para $p \leq 0,01$.

A alta condutividade elétrica do insumo orgânico, de $3,1 \text{ dS m}^{-1}$ (Tabela 4) pode ter contribuído para este alto nível de elevação de sódio. Brehm et al. (2008), Diniz (2009) e Dias

(2011) ao analisarem efeitos da salinidade do solo sobre a cultura do maracujazeiro amarelo tratado com biofertilizante e/ou matéria orgânica verificaram que os teores de sódio aumentaram com a adição de ambas as formas de matéria orgânica.

A liberação gradativa do KCl revestido, seu alto índice salino (116) associado a condutividade elétrica do biofertilizante podem ter proporcionado maior incremento de sódio nesta camada. Os aumentos de sódio no solo são na grande maioria dos casos consequência do elevado conteúdo deste cátion na água de irrigação. Galvão (2013) verificou acúmulo nos teores de Na^+ edáficos em função de diferentes concentrações crescentes deste elemento nas águas de irrigação.

Apesar da elevação proporcionada tanto pela salinidade da água quanto pelos insumos utilizados, estes teores são considerados baixos, pois não degradam o solo, nem comprometem a nutrição das plantas. Teores semelhantes aos desta pesquisa ($0,120 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) foram obtidos por CAVALCANTE et al., (2011).

Richards (1954); Cavalcante (2000); Santos (2004) e Gondim (2010) enfatizam que teores de sódio abaixo de $1,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ não comprometem o solo fisicamente. Mesmo sendo influenciado positivamente pelos tipos de KCl, não houve um comprometimento dos teores de sódio ao depauperamento físico do solo, possivelmente a textura arenosa do solo (Tabela 2) tenha influenciado a lixiviação dos sais de sódio para as camadas mais profundas, evitando assim seu acúmulo nas camadas estudadas.

Como nos teores de macronutrientes e sódio (Tabela 6), a interação água \times potássio exerceu diferença significativa na maioria das variáveis estudadas, como na soma de bases (SB), teor de hidrogênio + alumínio ($\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$), percentual de saturação por bases (V%) nas profundidades de 0-20 e 21-40 cm, teor de alumínio na camada de 21-40 cm e capacidade de troca catiônica (CTC) na faixa de 0-20 cm (Tabela 7), enquanto a interação água \times potássio \times biofertilizante proporcionou efeito significativo na SB em ambas as camadas e na CTC na faixa de 21-40 cm.

Tabela 7. Resumo das análises de variância, pelo quadrado médio, referentes à Soma de Bases (SB), teores de Hidrogênio + Alumínio (H + Al), Alumínio (Al), Capacidade de troca de cátions (CTC) e Percentagem de saturação por bases (V%) do solo nas profundidades de 0-20 e 21-40 cm em área cultivada com o Maracujazeiro amarelo.

Fonte de variação	SB		H + Al		Al	CTC		V%		
	0-20 cm	21-40 cm	0-20 cm	21-40 cm	0-20 cm	21-40 m	0-20 cm	21-40 cm	0-20 cm	21-40 cm
Bloco	0,005 ^{ns}	0,019 ^{ns}	0,0123 ^{ns}	0,0079 ^{ns}	0,0002 ^{ns}	0,0019 ^{ns}	0,011 ^{ns}	0,0476 ^{ns}	4,730 ^{ns}	0,858 ^{ns}
Água (A)	0,020 ^{ns}	0,0008 ^{ns}	1,4751*	0,2557*	0,0002	0,0004 ^{ns}	1,8411*	0,2277*	463,215 ^{ns}	142,681 ^{ns}
Resíduo (a)	0,090	0,001	0,0203	0,0041	0,0072	0,0007	0,0726	0,0104	17,803	1,324
Potássio (K)	0,013 ^{ns}	0,186**	0,0010 ^{ns}	0,3099**	0,0002 ^{ns}	0,0004 ^{ns}	0,0216 ^{ns}	0,0154 ^{ns}	0,621**	283,728 ^{**}
Biofertilizante (B)	0,490**	0,028 ^{ns}	1,1528**	0,1984**	0,0013 ^{ns}	0,0004 ^{ns}	0,1392*	0,0759 ^{ns}	679,992**	134,509 ^{**}
A x K	0,056*	0,073*	0,3965**	0,1885**	0,0042 ^{ns}	0,0037*	0,1532*	0,0265 ^{ns}	195,853**	138,779 ^{**}
A x B	0,043 ^{ns}	0,122 ^{ns}	0,0173 ^{ns}	0,0302 ^{ns}	0,0013 ^{ns}	0,0004 ^{ns}	0,1154*	0,2746*	4,136 ^{ns}	0,229 ^{ns}
K x B	0,013 ^{ns}	0,003 ^{ns}	1,0188**	0,0394 ^{ns}	0,0013 ^{ns}	0,0004 ^{ns}	1,2665**	0,0188 ^{ns}	277,243**	20,975 ^{ns}
A x K x B	0,152**	0,113*	0,0234 ^{ns}	0,0076 ^{ns}	0,166 + E-4 ^{ns}	0,0004 ^{ns}	0,2959**	0,0625 ^{ns}	3,459 ^{ns}	41,384 ^{ns}
Resíduo (b)	0,011	0,019	0,0157	0,0126	0,0011	0,0006	0,0237	0,0423	6,992	7,197
CV a (%)	11,45	1,41	12,07	8,10	282,8	88,19	7,09	3,36	6,04	1,55
CV b (%)	4,00	6,15	10,61	4,19	110,5	81,64	4,05	6,78	3,79	3,62
Média	2,62	2,24	1,18	0,79	0,03	0,03	3,80	3,03	69,75	74,07

^{ns}: não significativo, *significativo a 5%, **significativo a 1%

Soma de bases do solo

Na profundidade de 0–20 cm (Figura 15), o biofertilizante elevou a soma de bases do solo (SB), quando aplicado com KCl revestido no solo irrigado com água não salina (2,81 cmol_c dm⁻³) superior aos 2,29 cmol_c dm⁻³ dos tratamentos com ausência do insumo orgânico, incremento de 22,7 %. Houve incremento em todos os tratamentos com o biofertilizante, porém sem diferença significativa.

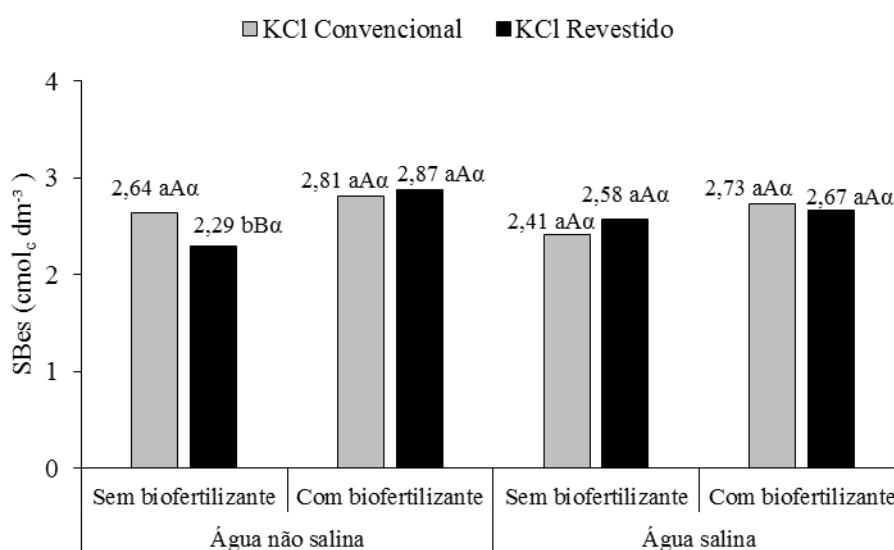


Figura 15. Soma de bases do solo na camada de 0–20 cm, no início da floração do maracujazeiro amarelo, em função da salinidade da água, no solo sem e com biofertilizante e tipos de potássio.

Colunas com mesmas letras minúsculas não diferem quanto à ausência ou presença do biofertilizante dentro do mesmo tipo de potássio e água, maiúsculas quanto ao tipo de potássio na ausência ou presença de biofertilizante num mesmo tipo de água e com a mesma letra grega não diferem quanto ao tipo de água num mesmo tipo de potássio, na ausência ou presença de biofertilizante, por Tukey para $p \leq 0,01$.

Apesar do decréscimo em relação à soma de bases inicial, o potássio convencional elevou a SBs do solo na ausência de biofertilizante e com água não salina a $2,64 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, incremento de 15 % em relação ao solo adubado com potássio revestido ($2,29 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$). Os demais tratamentos não obtiveram diferença significativa tanto para o tipo de potássio como para as diferentes águas utilizadas.

As melhorias proporcionadas pelo biofertilizante na soma de bases do solo, possivelmente estão ligadas à atividade biológica das substâncias húmicas no ambiente edáfico, afetando diretamente os teores dos cátions: K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} e Na^+ (Figuras 7, 9, 11 e 13). De acordo com Diniz (2009), o biofertilizante pode incrementar a soma de bases trocáveis, aumentando a formação de complexos orgânicos no solo. Pires et al. (2008) evidenciaram que a incorporação de adubos orgânicos, como torta de filtro e esterco bovino promoveram um acréscimo no valor total da soma de bases do solo. Como verificado por Costa et al. (2011) a maior eficiência do KCl convencional em elevar a soma de bases está diretamente ligada ao incremento promovido por este fertilizante no teor de Mg^{2+} do solo nesta camada (Figura 11).

Na camada de 21–40 cm (Figura 16), a adubação orgânica com biofertilizante elevou significativamente a SB no solo adubado com KCl convencional e irrigado com água salina, $2,40 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, acréscimo de 18,8 % em relação ao solo sem o insumo orgânico, $2,02 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$. A adubação com potássio revestido, no solo com biofertilizante e água não salina, propiciou incremento de 20,1 % na SB ($2,39 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) em comparação com a adubação por potássio convencional, $1,99 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$. A irrigação com água de $4,0 \text{ dS m}^{-1}$ nos tratamentos com biofertilizante e KCl convencional elevou em 20,6 % a SB ($2,40 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) em comparação ao solo irrigado com água de $0,35 \text{ dS m}^{-1}$ ($1,99 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$). Apesar do aumento proporcionado pelos tratamentos os valores médios obtidos da soma de bases nesta camada foram inferiores ao valor inicial de $3,06 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ (Tabela 1).

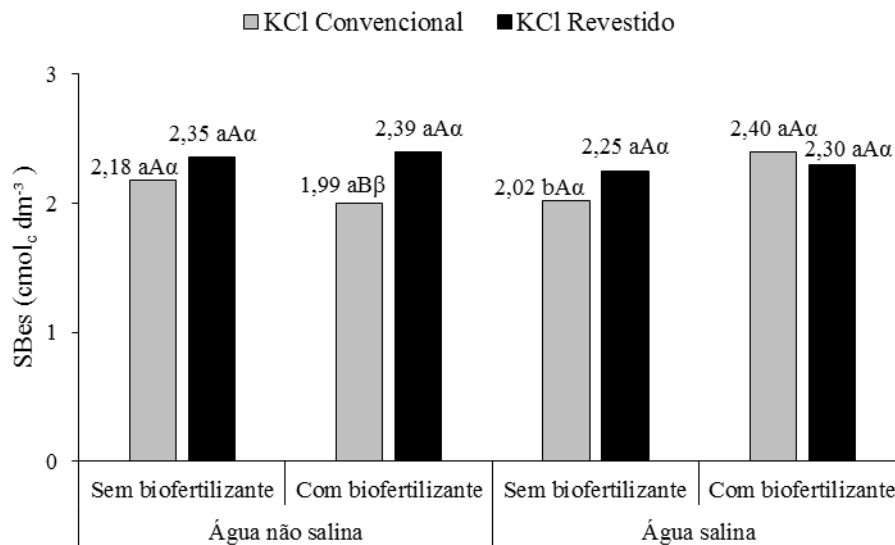


Figura 16. Soma de Bases do solo na camada de 21–40 cm, no início da floração do maracujazeiro amarelo, em função da salinidade da água, no solo sem e com biofertilizante e tipos de potássio.

Colunas com mesmas letras minúsculas não diferem quanto à ausência ou presença do biofertilizante dentro do mesmo tipo de potássio e água, maiúsculas quanto ao tipo de potássio na ausência ou presença de biofertilizante num mesmo tipo de água e com a mesma letra grega não diferem quanto ao tipo de água num mesmo tipo de potássio, na ausência ou presença de biofertilizante, por Tukey para $p \leq 0,05$.

O incremento na soma de bases proporcionado pelo biofertilizante deve-se ao aumento nos teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} (Figuras 10 e 12). Resultados semelhantes foram observados por Aguiar (2013) trabalhando com biofertilizante bovino em solo com diferentes genótipos de maracujazeiro. Diniz (2009) afirma que o biofertilizante influencia o aumento da soma de bases trocáveis e a formação de complexos orgânicos no solo. Rodrigues et al. (2009) afirmam que a importância do biofertilizante para a soma de bases edáfica está na composição dos elementos, na diversidade dos nutrientes minerais quelatizados e disponibilizados pela atividade biológica dos microrganismos no solo.

O aumento nos teores de K^+ e Ca^{2+} proporcionados pelo KCl revestido aplicado no solo com água não salina e biofertilizante, possivelmente foram os responsáveis pelo incremento na soma de bases na camada de 21–40 cm. As substâncias orgânicas dos polímeros que revestem os grânulos de KCl e a possível manutenção por maior tempo da relação $\text{K}^+/\text{Ca}^{2+}$ proveniente da liberação paulatina do potássio pelo KCl revestido podem ter influenciado este incremento.

A soma de bases foi incrementada com o aumento da salinidade da água, possivelmente devido ao aumento no teor de sódio edáfico proporcionado pela água de irrigação. Comportamento semelhante foi verificado por Campos (2009) e Dias (2011), que verificaram aumento das somas de bases pela irrigação com águas salinas.

Acidez potencial do solo ($H^+ + Al^{3+}$)

A adubação com potássio convencional na ausência da biofertilização (Figura 17A), elevou a acidez potencial até $1,61 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, no entanto o solo com o fertilizante revestido o teor médio foi de $1,18 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, incremento de 36,4 %. No solo com biofertilizante, o KCl revestido ($1,16 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) elevou em 52,6 % o teor de $H^+ + Al^{3+}$ sobre o solo com KCl convencional ($0,76 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$). O biofertilizante reduziu a acidez potencial do solo adubado com potássio convencional de $1,61 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ para $0,76 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, decréscimo 111 %.

Galbiatti et al. (2011) afirmam que a redução da acidez potencial em função do biofertilizante pode ter ocorrido devido a sua utilização contínua, que geralmente reduz a acidez do solo, devido à capacidade do insumo em reter bases, pela formação de complexos orgânicos e pelo desenvolvimento de cargas negativas. Resultados semelhantes foram observados por Aguiar (2013) ao aplicar doses crescentes de biofertilizante em solo cultivado o maracujazeiro amarelo.

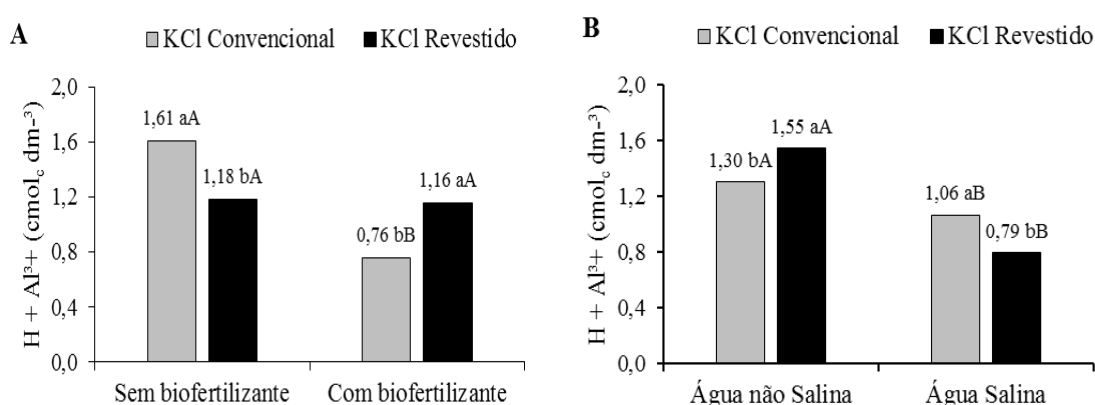


Figura 17. Teores de hidrogênio + alumínio na camada de 0-20 cm, no início da floração do maracujazeiro amarelo, em função de tipos de potássio no solo sem e com biofertilizante bovino (A) e em função da salinidade da água e tipos de potássio (B).

Colunas com mesmas letras minúsculas não diferem quanto ao tipo de potássio na ausência ou presença de biofertilizante e com mesma letra maiúscula não diferem quanto ao biofertilizante num mesmo tipo de potássio, por Tukey para $p \leq 0,01$ (A) e colunas com mesmas letras minúsculas não diferem quanto ao tipo de potássio num mesmo tipo de água e com mesma letra maiúscula não diferem quanto ao tipo de água num mesmo tipo de potássio, por Tukey para $p \leq 0,01$ (B).

Na Figura 17B, observa-se comportamento inverso dos tipos de potássio utilizados, no solo irrigado com água de $0,35 \text{ dS m}^{-1}$ o fertilizante revestido ($1,55 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$), incrementou em 19,2 % a acidez potencial em relação à adubação com potássio convencional ($1,30 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$). No entanto, o solo irrigado com água de $4,0 \text{ dS m}^{-1}$ sob adubação com potássio convencional, teve a acidez potencial elevada até $1,06 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, incrementando de 34 % em comparação á adubação com potássio revestido ($0,79 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$). No solo irrigado com água

não salina os teores médios de $H+Al^{3+}$ chegaram à 1,30 e 1,55 $cmol_c\ dm^{-3}$, no entanto o solo irrigado com água salina a acidez foi reduzida até 1,06 e 0,79 $cmol_c\ dm^{-3}$, decréscimo de 22,6 e 96,2 %, em função do aumento da salinidade da água, respectivamente.

Gondim (2010) em solo cultivado com o maracujazeiro amarelo, irrigado com água salina, observou que as doses de potássio, tendo como fonte o KCl convencional elevaram os teores de H^++Al^{3+} em até 1,2 $cmol_c\ dm^{-3}$. O autor relata que essa situação não é comum e contrasta com a literatura, em que Raij et al. (2001) e Campos (2006) afirmam diminuição da acidez do substrato com o aumento do pH. A adição de esterco bovino em fundação e as aplicações de biofertilizante a cada 90 dias possivelmente contribuíram para o aumento da acidez, simultaneamente com a elevação do pH do solo nesta camada.

No que diz respeito à salinidade da água estes resultados divergem dos encontrados por Freire (2011) e Nascimento (2010) ao constatarem que o aumento da salinidade da água de irrigação de 0,5 para 4,5 $dS\ m^{-1}$ elevou os teores de H^++Al^{3+} .

Na camada de 21-40, o tratamento com água não salina e KCl convencional (Figura 18A), elevou o teor de $H+Al^{3+}$ em 59 % em relação ao solo com KCl revestido (0,69 $cmol_c\ dm^{-3}$) e de 54 % o tratamento com água salina (0,71 $cmol\ dm^{-3}$). Na Figura 18B, observa-se que o solo na ausência de biofertilizante obteve teores médios de 0,88 $cmol_c\ dm^{-3}$ de $H+Al^{3+}$, 26 % superior em relação ao solo tratado com o insumo orgânico, 0,70 $cmol\ dm^{-3}$.

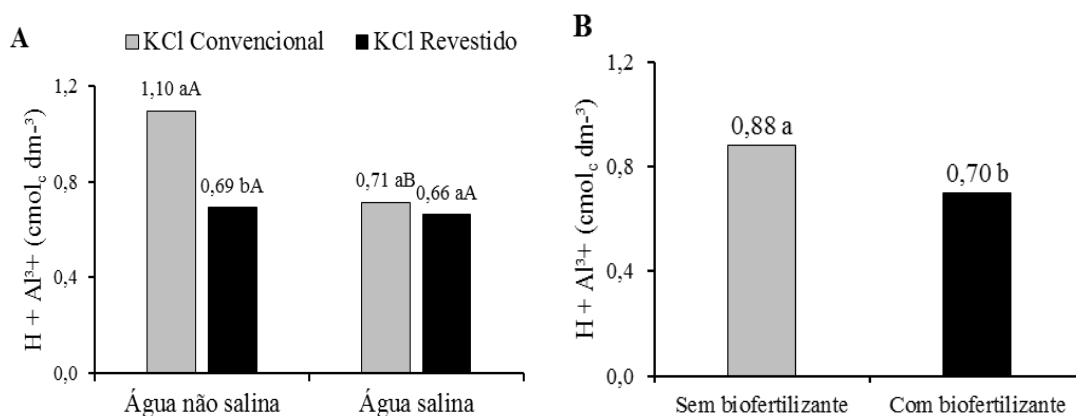


Figura 18. Teores de hidrogênio + alumínio no solo na camada de 21-40 cm, no início da floração do maracujazeiro amarelo, em função da salinidade da água e tipos de potássio (A) e no solo sem e com biofertilizante bovino (B).

Colunas com mesmas letras minúsculas não diferem quanto ao tipo de potássio num mesmo tipo de água e com mesma letra maiúscula não diferem quanto ao tipo de água num mesmo tipo de potássio, por Tukey para $p \leq 0,01$ (A).

Pela comparação dos dados, observa-se coerência entre os resultados, onde as médias de acidez potencial são inversamente proporcionais ao pH edáfico. Nesta camada houve decréscimo dos teores de $H+Al^{3+}$ em relação aos iniciais, onde simultaneamente o pH se

elevou (Tabela 1). Os teores de K^+ no solo (Figura 8), também podem ter favorecido o decréscimo da acidez potencial, uma vez que maiores teores deste elemento no solo podem substituir o Al^{3+} , elevando o pH e posteriormente causar redução da acidez potencial.

Silva et al. (2001) analisando um solo com a cultura do pimentão observaram que teores mais elevados de K^+ no solo promoveram maior pH e consequentemente menor acidez potencial. Quanto ao decréscimo da acidez potencial com o aumento da salinidade, Garcia et al. (2008) não registraram aumento dos teores $H+Al^{3+}$ em solos irrigados com águas salinas de até 10 dS m^{-1} .

Costa et al. (2011) obtiveram resultados semelhantes ao desta pesquisa, onde a aplicação de matéria orgânica proporcionou redução da acidez potencial. Isto pode ser consequência da interação da matéria orgânica com os microrganismos do solo contribuindo com hidroxilas para a solução do solo, como constatado por Whalen et al. (2000), e com isso neutralizando a acidez. Bócoli (2014) analisando diferentes dosagens de biofertilizante suíno não obteve diferença significativa entre os tratamentos, contudo constatou que os teores médios de $H+Al^{3+}$ decresceram em função do aumento das dosagens.

Alumínio no solo

O fertilizante revestido elevou o Al^{3+} edáfico até $0,050\text{ cmol}_c\text{ dm}^{-3}$, incremento de 194 % em relação ao valor obtido pela adubação com o potássio KCl tradicional, $0,017\text{ cmol}_c\text{ dm}^{-3}$, não havendo diferença estatística entre os tipos de potássio quando o solo foi irrigado com água salina (Figura 19).

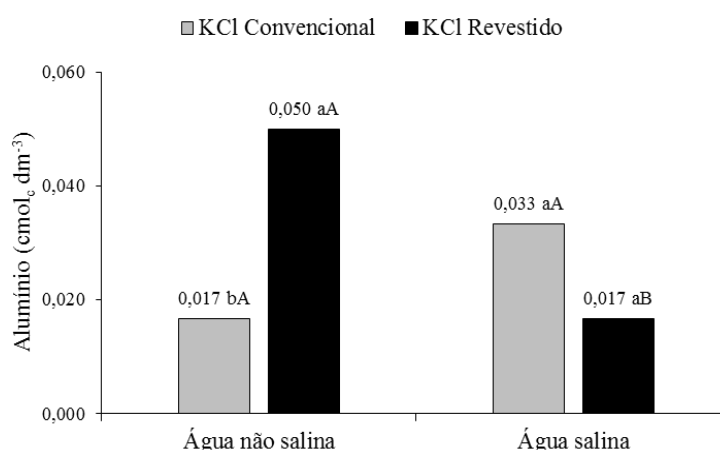


Figura 19. Teores de alumínio no solo na camada de 21-40 cm, no início da floração do maracujazeiro amarelo em função da salinidade da água e tipos de potássio.

Colunas com mesmas letras minúsculas não diferem quanto ao tipo de potássio num mesmo tipo de água e com mesma letra maiúscula não diferem quanto ao tipo de água num mesmo tipo de potássio, por Tukey para $p \leq 0,05$.

O aumento da salinidade da água diminuiu o teor de Al^{3+} edáfico no solo sob adubação com potássio revestido, $0,017 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, decréscimo de 66 %, em comparação à irrigação com água não salina, $0,050 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$. Comportamento inverso foi observado quando da irrigação com água de uso restritivo quanto aos sais.

As elevações nos teores de Mg^{2+} pelas adubações com cloreto de potássio convencional podem ter reduzido a acidez trocável nesta camada. Enquanto que a irrigação com água de $4,0 \text{ dS m}^{-1}$ pode ter intensificado a substituição do alumínio por sódio nos sítios de troca (SANTOS et al., 2010).

Capacidade de troca catiônica do solo

A Capacidade de Troca de Cátions (CTC) na camada de 0-20 cm (Figura 20) foi influenciada no solo sem o biofertilizante e potássio convencional, com teores de 4,38 e 3,90 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ quando irrigado com água salina e não salina, respectivamente, superando os 3,68 e 3,37 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ proporcionados pelo uso do insumo orgânico, aumento de 19 e 15,7 % na CTC edáfica. Situação inversa foi constatada no em função da biofertilização no solo com potássio revestido e água não salina, que elevou em 17,6 % a CTC ($4,46 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) em relação aos tratamentos sem o insumo orgânico, 3,79 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$.

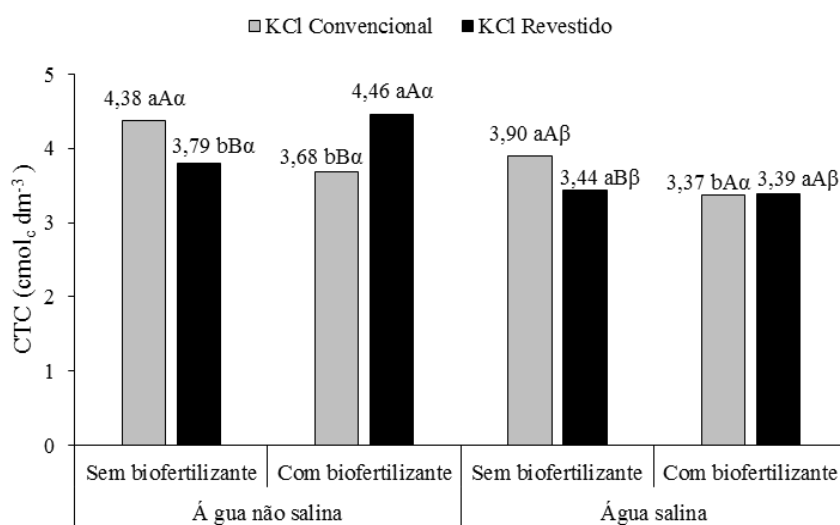


Figura 20. Capacidade de troca catiônica (CTC) do solo na camada de 0–20 cm, no início da floração do maracujazeiro amarelo, em função da salinidade da água, no solo sem e com biofertilizante e tipos de potássio.

Colunas com mesmas letras minúsculas não diferem quanto à ausência ou presença do biofertilizante dentro do mesmo tipo de potássio e água, maiúsculas quanto ao tipo de potássio na ausência ou presença de biofertilizante num mesmo tipo de água e com a mesma letra grega não diferem quanto ao tipo de água num mesmo tipo de potássio, na ausência ou presença de biofertilizante, por Tukey para $p \leq 0,01$.

A irrigação com água não salina elevou a CTC do solo sem biofertilizante, adubado com potássio convencional e revestido até 4,38 e 3,79 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, incremento de 12,3 e 10,1

% sobre a CTC do solo irrigado com água salina, 3,90 e 3,44 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$, respectivamente. A mesma tendência foi observada nos tratamentos irrigados com água não salina e tratados com biofertilizante e potássio revestido (4,46 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$) incremento de 31,5 % sobre o solo com irrigação salina (3,39 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$). Contudo na maioria dos tratamentos houve um decréscimo na CTC edáfica em relação à inicial de 4,40 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ (Tabela 1).

O aumento da CTC no solo sem biofertilizante, possivelmente ocorreu devido à elevação dos teores médios de Ca^{2+} nestes tratamentos (Figura 9), proporcionado pela adubação com superfosfato simples (18 % P_2O_5 , 20 % Ca e 12 % S). Nos tratamentos com biofertilizante, a maior atividade microbiológica do solo, promovida pelas substâncias húmicas contidas no insumo orgânico, podem ter intensificado a CTC pela formação de sítios trocas.

Rodrigues et al. (2009) obtiveram respostas positivas na elevação da CTC dos solos associadas à adubação com KCl revestido, uma vez que as partículas orgânicas que envolvem os grânulos de KCl liberaram este elemento paulatinamente. Segundo os autores a liberação de forma mais lenta age nos sítios de troca, elevando a CTC.

É provável que as concentrações mais baixas de Ca^{2+} , Mg^{2+} e H+Al^3 nos tratamentos irrigados com água salinas ocorreram em resposta ao antagonismo destes com o Na^+ no solo e também pela elevação do pH, sendo ao longo do tempo, a CTC afetada significativamente pelos tratamentos. Resultados semelhantes foram observados por Santos et al. (2013) trabalhando em solo salino no município de Serra Talhada-PE.

Na profundidade de 21-40 cm (Figura 21) o uso do biofertilizante no solo irrigado com água não salina reduziu a CTC até 2,96 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$, decréscimo de 10 % em relação aos tratamentos sem o uso do insumo orgânico (3,29 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$).

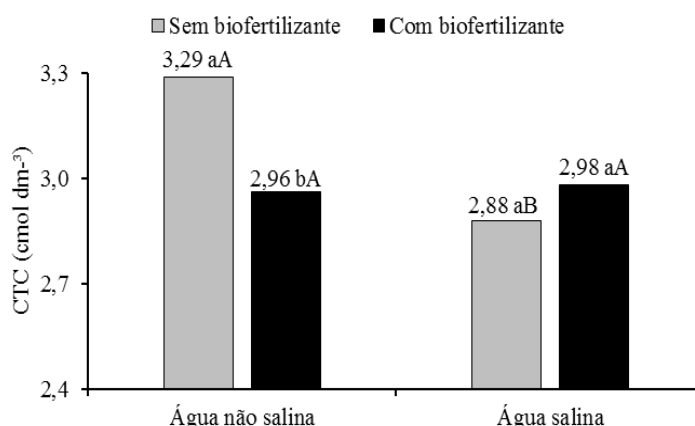


Figura 21. Capacidade de troca catiônica (CTC) do solo na camada de 21-40 cm, no início da floração do maracujazeiro amarelo, em função da salinidade da água no solo sem e com biofertilizante bovino.

Colunas com mesmas letras minúsculas não diferem quanto ao biofertilizante num mesmo tipo de água e com mesma letra maiúscula não diferem quanto ao tipo de água na ausência ou presença de biofertilizante, por Tukey para $p \leq 0,05$.

O solo irrigado com água não salina e tratado com biofertilizante apresentou CTC média de $3,29 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, contudo a irrigação com água salina regrediu este teor até $2,88 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, decréscimo de 14,2 % em função do aumento da salinidade da água. O incremento dos teores de $\text{H}+\text{Al}^{3+}$ no solo (Figura 18) sem o insumo orgânico possivelmente seja o responsável pelo aumento da CTC nestes tratamentos. Bayer e Mielniczuk (1997) e Costa et al. (2011) não verificaram aumento da CTC nas camadas mais profundas do solo, com o aumento da quantidade de resíduos vegetais na superfície do solo. O incremento nos teores de sódio (Figura 14) proporcionado tanto pela água de irrigação quanto pelo alto teor salino do insumo orgânico de $3,1 \text{ dS m}^{-1}$ (Tabela 4), pode ter influenciado diretamente no aumento da CTC na camada de 21-40 cm. Além disso, a atividade das substâncias húmicas através da biofertilização nesta profundidade contribuiu diretamente para o aumento do teor de cátions importantes, como K^+ e Ca^{2+} (Figuras 8 e 10).

Rós et al. (2013) constataram que a adição de matéria orgânica ao solo promove efeitos positivos que se devem, além do fornecimento de nutrientes, à ação na melhoria da capacidade de troca das bases, promovendo maior disponibilidade de nutrientes para a planta. Enquanto Garcia et al. (2008) verificaram acréscimo da CTC total e também da efetiva, devido à adição de Na^+ pela água salina via irrigação.

Percentagem de saturação por bases do solo (V%)

No solo irrigado com água não salina (Figura 22A), o potássio convencional elevou a V % a 68,37 %, incremento de 9,6 % sobre o solo com potássio revestido, 62,34 %. No entanto, nos tratamentos com água salina a situação foi inversa, o potássio revestido (76,84 %), propiciou acréscimo de 7,5 % em relação à adubação com potássio convencional. A irrigação com água salina no solo adubado com potássio revestido superou em 23,2 % a percentagem de saturação por bases dos tratamentos com água de boa qualidade.

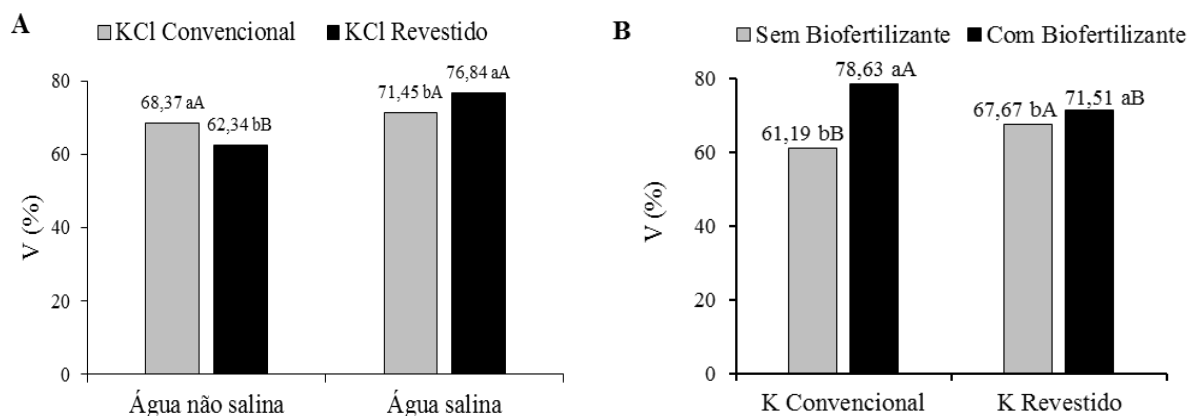


Figura 22. Percentagem de saturação por bases na camada de 0-20 cm, no início da floração do maracujazeiro amarelo, em função da salinidade da água e tipos de potássio (A) e no solo sem e com biofertilizante e tipos de potássio (B).

Colunas com mesmas letras minúsculas não diferem quanto ao tipo de potássio num mesmo tipo de água e com mesma letra maiúscula não diferem quanto ao tipo de água num mesmo tipo de potássio, por Tukey para $p \leq 0,01$ (A) e colunas com mesmas letras minúsculas não diferem quanto ao biofertilizante num mesmo tipo de potássio e com mesma letra maiúscula não diferem quanto ao tipo de potássio na ausência ou presença do biofertilizante, por Tukey para $p \leq 0,01$ (B).

O biofertilizante (Figura 22 B) elevou a percentagem de saturação por bases independentemente do tipo de potássio utilizado até 78,63 e 71,51 %, superando em 28,5 e 5,6 % os tratamentos sem o insumo orgânico, respectivamente. A adubação com potássio convencional no solo tratado com biofertilizante proporcionou V de 78,63 %, enquanto que no solo com potássio revestido a percentagem de saturação por bases média foi de 71,51 %, superioridade de 10 %. O mesmo percentual de diferença foi observado entre os tratamentos com adubação pelo potássio revestido sem o biofertilizante, 67,67 %, e no solo com potássio convencional, 61,19 %.

O incremento na V % pelos tipos de potássio, possivelmente ocorreu devido aos maiores teores de Mg^{2+} e Na^+ nos sítios de troca nestes tratamentos (Figuras 11 e 13) promovidos pela adubação potássica, demonstrando que houve sinergismo entre K^+ e Mg^{2+} . No que diz respeito ao acréscimo na percentagem de saturação por bases do solo irrigado com água salina, possivelmente à substituição exercida pelo Na^+ aos cátions Ca^{2+} e Mg^{2+} nos sítios de troca e a elevação dos teores de K^+ (Figura 7) em função da água salina, podem ter contribuído também para estes resultados.

Novais et al. (2007) afirmam que no solo em condições normais, a quantidade de cátions adsorvidos na micela está em equilíbrio com a fração, que permanece na solução. Com o aumento da salinidade do solo, os cátions anteriormente adsorvidos, como Ca^{+2} e Mg^{+2} , podem ser substituídos por outros cátions, introduzidos na solução do solo, em especial o Na^+ .

O incremento proporcionado pelo biofertilizante deve-se ao aumento nos teores das bases K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} e Na^+ (Figuras 7, 9, 11 e 13), impulsionado pelo teor destes cátions na composição do fertilizante orgânico (Tabela 4). Observa-se na Figura 17 que a acidez potencial obteve os menores teores registrados nestes tratamentos, demonstrando assim a relação inversa entre V e acidez potencial do solo. Constata-se também que todos os tratamentos com o biofertilizante elevaram a V % do solo em relação à inicial, 70,0 %. Dias (2011) registrou incremento na saturação de bases em função do aumento da frequência de aplicação de biofertilizante. Souza et al. (2014) obteve decréscimo linear da saturação por bases, em função da aplicação do subproduto orgânico originado da indústria processadora de goiabas.

Na camada de 21-40 cm (Figura 23), o biofertilizante aplicado com potássio convencional e água salina elevou a percentagem de saturação por bases até 80,0 %, incremento de 12,7 %, em comparação aos tratamentos sem o insumo orgânico (70,96 %).

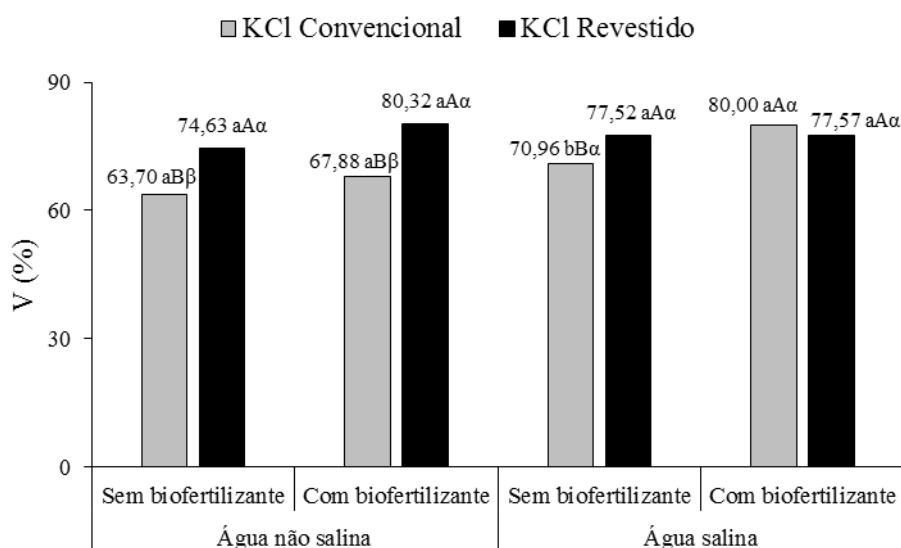


Figura 23. Percentagem de saturação por bases (V %) do solo na camada de 21–40 cm, no início da floração do maracujazeiro amarelo, em função da salinidade da água, no solo sem e com biofertilizante e tipos de potássio.

Colunas com mesmas letras minúsculas não diferem quanto à ausência ou presença do biofertilizante dentro do mesmo tipo de potássio e água, maiúsculas quanto ao tipo de potássio na ausência ou presença de biofertilizante num mesmo tipo de água e com a mesma letra grega não diferem quanto ao tipo de água num mesmo tipo de potássio, na ausência ou presença de biofertilizante, por Tukey para $p \leq 0,05$.

O potássio revestido exerceu diferença significativa em todos, exceto no solo irrigado com água salina e tratado com biofertilizante, incrementos de 74,63 %, 67,88 % 70,96 %, incremento de 17,1, 18,3 e 9,2 %, respectivamente. O aumento da salinidade da água elevou em 11,4 e 17,8 % a V no solo adubado com potássio convencional sem e com biofertilizante, 70,96 e 80,00 %, em relação ao uso da água não salina, 63,70 e 67,88 %, respectivamente.

Os efeitos positivos do biofertilizante na saturação por bases deve-se à ação das substâncias húmicas, sobre os teores de Ca^{+2} e Mg^{+2} nesta camada (Figuras 10 e 12). Segundo Lourenzi (2010) estes resultados podem ser atribuídos ao aumento dos teores de matéria orgânica do solo, uma vez que esta contribui na adição e liberação destes cátions no solo.

Os resultados quanto ao potássio revestido nesta camada foram inversos aos da camada de 0-20 cm, isto pode ter ocorrido pela liberação paulatina do K^+ , que associada à adubação mensal, disponibilizou ao solo maiores teores de K^+ (Figura 8), Ca^{+2} nos tratamentos com água não salina independentemente da aplicação do biofertilizante (Figura 10) e de Mg^{+2} nos tratamentos sem biofertilizante e com água salina (Figura 12). Os acréscimos propiciados pelo aumento da salinidade da água ocorreram devido ao desequilíbrio e substituição dos cátions K^+ , Ca^{+2} e Mg^{+2} adsorvidos na micela por Na^+ , em função da irrigação com água salina. Resultados semelhantes foram obtidos por Dias (2011) em substrato cultivado com maracujazeiro amarelo.

Na Tabela 8 observa-se que o pH do solo não foi influenciado por nenhum dos fatores em estudo, apesar disto houve incremento de 8 e 11 % em relação ao valor inicial antes da aplicação dos tratamentos (Tabela 1). A interação água \times potássio \times biofertilizante desempenhou significância apenas na percentagem de sódio trocável (PST) em ambas as camadas estudadas. Na camada de 0-20 cm a condutividade elétrica do extrato de saturação foi influenciada significativamente pela interação água \times potássio, enquanto que de 21-40 cm e no teor de matéria orgânica (M.O.) na mesma profundidade a interação água \times biofertilizante propiciou diferença estatística. O teor de matéria orgânica na camada de 0-20 cm foi influenciado estatisticamente pela ação biofertilizante de forma isolada.

Tabela 8. Resumo das análises de variância, pelo quadrado médio, referentes ao pH, matéria orgânica (M. O.), condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes) e percentagem de sódio trocável (PST) do solo na profundidade de 20 e 40 cm.

Fonte de variação	pH		M. O.		CEes		PST	
	0-20 cm	21-40 cm	0-20 cm	21-40 cm	0-20 cm	21-40 cm	0-20 cm	21-40 cm
Bloco	0,039 ^{ns}	0,171 ^{ns}	1,160 ^{ns}	0,160 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,006 ^{ns}	1,089 ^{ns}	0,203 ^{ns}
Água (A)	3,519 ^{ns}	1,088 ^{ns}	1,897 ^{ns}	0,270 ^{ns}	31,77*	26,88**	91,436**	33,114*
Resíduo (a)	1,124	0,147	0,738	0,340	0,06	0,02	0,419	0,376
Potássio (K)	1,122 ^{ns}	0,127 ^{ns}	1,225 ^{ns}	3,107*	1,00**	0,03 ^{ns}	6,063*	1,390*
Biofertilizante (B)	0,745 ^{ns}	0,009 ^{ns}	10,394**	11,389**	3,67**	0,85**	10,777**	2,615**
A x K	0,037 ^{ns}	0,136 ^{ns}	0,451 ^{ns}	0,021 ^{ns}	0,56**	0,01 ^{ns}	9,443**	1,165 ^{ns}
A x B	0,382 ^{ns}	0,258 ^{ns}	0,0001 ^{ns}	3,114*	0,01 ^{ns}	0,74**	1,473 ^{ns}	0,473 ^{ns}
K x B	0,105 ^{ns}	0,015 ^{ns}	0,010 ^{ns}	0,006 ^{ns}	0,38 ^{ns}	0,1 ^{ns}	0,009 ^{ns}	0,563 ^{ns}
A x K x B	0,003 ^{ns}	0,014 ^{ns}	2,007 ^{ns}	0,467 ^{ns}	0,1 ^{ns}	0,01 ^{ns}	3,680*	1,762*
Resíduo (b)	0,246	0,186	0,432	0,179	0,05	0,03	0,770	0,274
CV a (%)	15,54	5,54	9,23	7,15	5,79	3,98	11,00	11,83
CV b (%)	7,27	6,23	7,06	5,19	5,28	4,87	15,72	10,10
Média	6,53	6,92	9,30	7,15	4,23	3,55	5,88	5,18

^{ns}: não significativo, *significativo a 5%, **significativo a 1%

Matéria orgânica do solo

Dentre as fontes de variação estudadas para esta variável a aplicação do biofertilizante na profundidade de 0-20 cm (Figura 24), exerceu efeito significativo, elevando-a até 9,96 g kg⁻¹, incremento de 15,2 % em relação ao solo não tratado com o insumo orgânico.

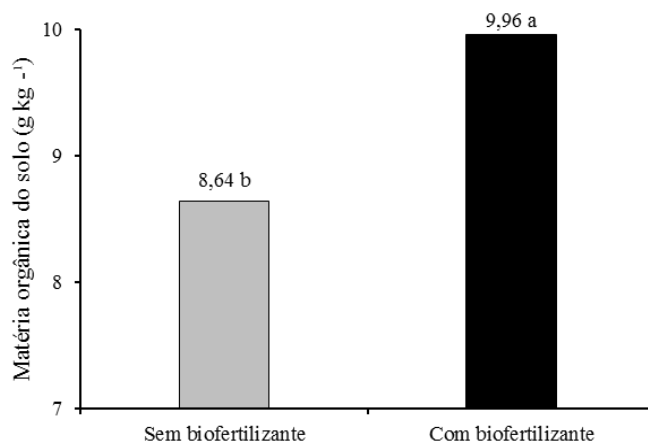


Figura 24. Teores de matéria orgânica do solo na camada de 0–20 cm, no final da estação chuvosa em função da ausência e presença de biofertilizante.

Ao considerar que o biofertilizante foi aplicado na forma líquida e que exerce melhoria física do solo (AGUIAR, 2013), este insumo orgânico pode facilitar a o acúmulo de matéria orgânica no ambiente edáfico, principalmente nas camadas mais superficiais

(MELLEK et al. 2010). O esterco o esterco bovino aplicado em fundação também pode ter contribuído para este incremento.

A prática da biofertilização elevou o teor de matéria orgânica em 29 e 8,5 % no solo irrigado com água não salina e salina, 9,30 e 8,37 g kg⁻¹, respectivamente (Figura 25A). A irrigação com água salgada reduziu o teor de matéria orgânica em 10 % em relação ao solo sob irrigação com água não salina.

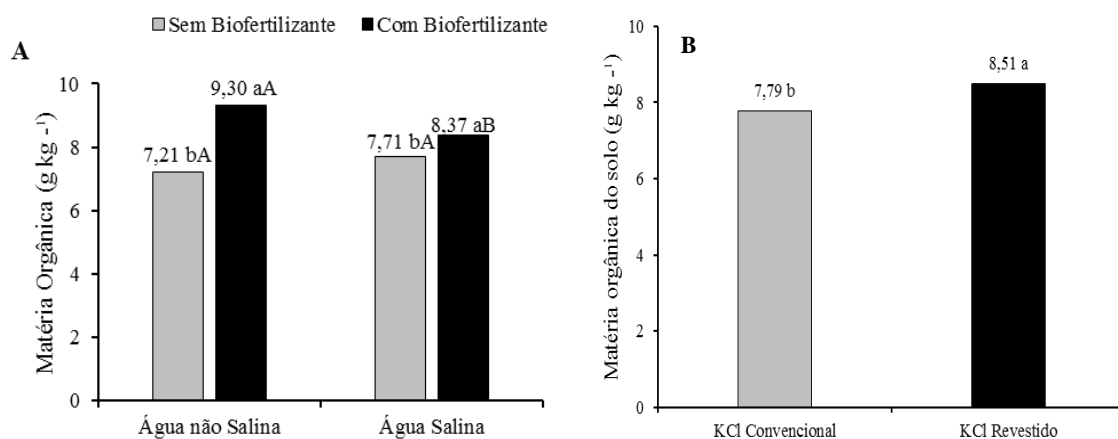


Figura 25. Teores de matéria orgânica do solo na camada de 21 - 40 cm, no início da floração do maracujazeiro amarelo, em função da salinidade da água no solo sem e com biofertilizante bovino (A) e tipos de potássio (B).

Colunas com mesmas letras minúsculas não diferem quanto ao biofertilizante num mesmo tipo de água e com mesma letra maiúscula não diferem quanto ao tipo de água na ausência ou presença de biofertilizante, por Tukey para $p \leq 0,01$.

Na Figura 25 B, observa-se que o potássio revestido (8,51 g kg⁻¹) proporcionou aumento de 9,2 % no teor de matéria orgânica em comparação ao solo com potássio convencional. Isto possivelmente deve-se ao acúmulo dos polímeros orgânicos que revestem os grânulos de KCL após a sua liberação, degradação e incorporação às partículas do solo. Freire (2011) e Santos (2010) constataram que o biofertilizante elevou consideravelmente o teor de matéria orgânica do solo e que o teor e a degradação biológica da matéria orgânica é comprometida com o aumento da salinidade da água. Possivelmente, a água salina tenha promovido maior oxidação da matéria orgânica, reduzindo assim o seu teor edáfico (NASCIMENTO, 2010).

Ao comparar o teor de matéria orgânica do solo antes da aplicação dos tratamentos de 4,14 g kg⁻¹ (Tabela 1), aos obtidos na época da floração do maracujazeiro amarelo, pode-se observar que no mínimo foram dobrados em função do insumo orgânico, essa superioridade é reflexo das aplicações sucessivas de biofertilizante a cada 90 dias, durante o ciclo da cultura, e da incorporação de 10 L de esterco em fundação. O teor de matéria orgânica elevou-se em

todos os tratamentos, contudo ainda são considerados baixos, pois se situam entre 7,1 e 20 g kg⁻¹ (ALVAREZ et al. 1999; CAVALCANTI, 2008).

Condutividade elétrica do extrato de saturação do solo

Na Figura 26A, o solo mesmo irrigado com água não salina elevou a condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes) para 3,44 dS m⁻¹ em função da adubação com potássio convencional, incremento de 26 % sobre o solo tratado com potássio revestido por polímeros orgânicos, 2,72 dS m⁻¹. A irrigação com água de 4,0 dS m⁻¹ incrementou o teor salino do solo de 3,44 e 2,72 dS m⁻¹ para 5,43 e 5,33 dS m⁻¹, acréscimo de 57,8 e 96 % no solo tratado com potássio convencional e revestido, respectivamente. Pelos resultados constata-se que, apesar dos elevados incrementos percentuais da condutividade elétrica no solo irrigado com água sem restrição salina (0,35 dS m⁻¹), o solo no período estudado ainda não atingiu o nível salino (RICHARDS, 1954) quando a CEes atinge valor igual ou superior a 4 dS m⁻¹.

Ao relacionar os dados da Figura 26 A com a CEes inicial do solo (0,43 dS m⁻¹) (Tabela 2) verifica-se que a irrigação, mesmo com água não salina (0,35 dS m⁻¹), aumentou a salinidade aos 115 DAT na faixa de 0-20 cm em 700 e 532 %, enquanto que no solo irrigado com água salina (4,0 dS m⁻¹) os incrementos foram mais elevados com aumentos de 1.162 e 1.139 % no solo adubado com KCl convencional e revestido, respectivamente.

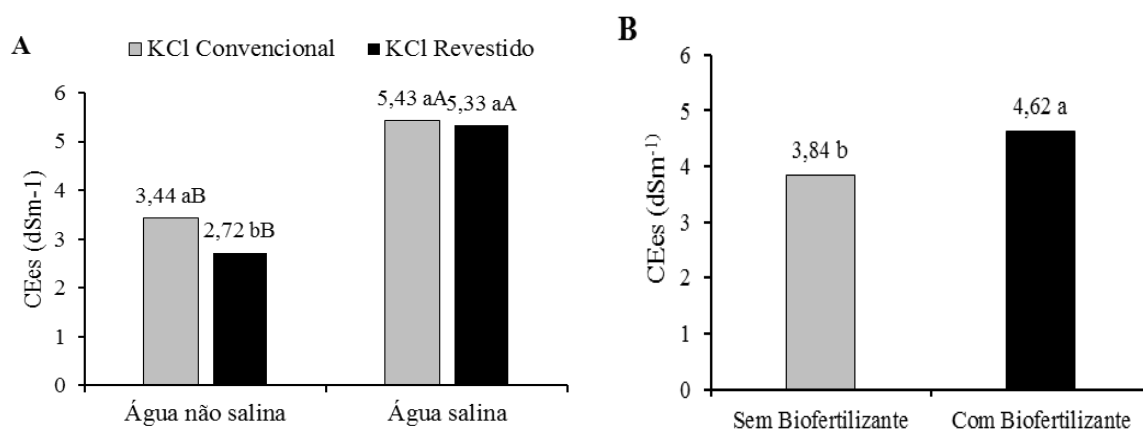


Figura 26. Condutividade elétrica do extrato de saturação do solo, na camada de 0–20 cm, no início da floração do maracujazeiro amarelo, em função da salinidade da água e tipos de potássio (A) e no solo sem e com biofertilizante bovino (B).

Colunas com mesmas letras minúsculas não diferem quanto ao tipo de potássio num mesmo tipo de água e com mesma letra maiúscula não diferem quanto ao tipo de água num mesmo tipo de potássio, por Tukey para $p \leq 0,05$ (A).

Na Figura 26 B, constata-se que o biofertilizante elevou o teor salino do solo (4,62 dS m⁻¹), 20,3 % superior a CEes dos tratamentos sem o insumo orgânico (3,84 dS m⁻¹),

classificando-se como solo salino, $CEes \geq 4 \text{ dS m}^{-1}$ (RICHARDS, 1954). Este incremento deve-se possivelmente a alta condutividade elétrica do biofertilizante de $3,1 \text{ dS m}^{-1}$ (Tabela 4).

Quanto aos efeitos da água salina os resultados estão em acordo com Gonçalves et al. (2011) e Mesquita et al. (2012) ao registrarem aumentos da salinidade do solo com o aumento do teor salino das águas. Os maiores valores de CEes no solo com cloreto de potássio convencional pode ser devido ao elevado índice salino de 116 % deste fertilizante (MURRAY & CLAPP, 2004).

Aguiar (2013) em cultivo de maracujazeiro BRS Gigante Amarelo, obteve que o biofertilizante aplicado ao solo na proporção de 40 % da dose recomendada por SANTOS (1996), elevou o caráter do solo ao final do experimento de ligeiramente salino $2 < CEes < 4$ para moderadamente salino $4 < CEes < 6$. Da mesma forma que Souto et al. (2015) em cultivo de Noni (*Morinda citrifolia* L.), ambos irrigados com água salina no solo com biofertilizante bovino.

Na faixa de 21-40 cm (Figura 27), os valores de CEes, apesar de inferiores aos da camada superficial, exibem o mesmo comportamento do aumento da salinidade do solo sem e com o insumo orgânico aplicado na forma líquida.

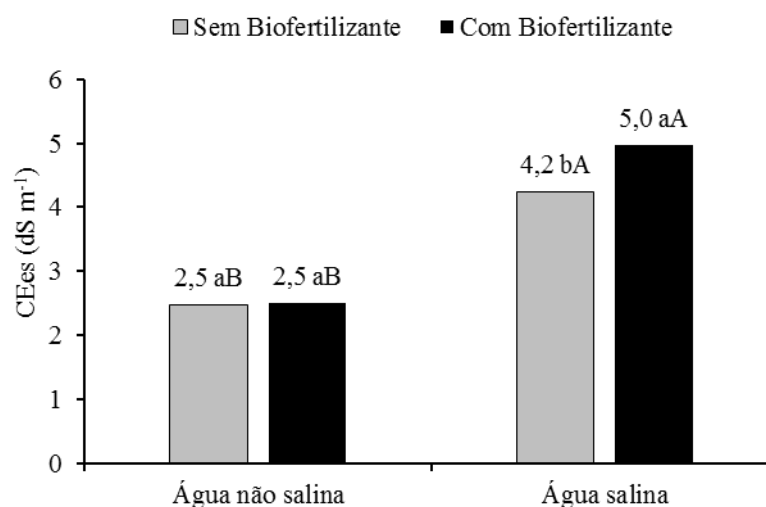


Figura 27. Condutividade elétrica do extrato de saturação do solo, na camada de 21 - 40 cm, no início da floração do maracujazeiro amarelo, aos 115 DAT, em função da salinidade da água, no solo sem e com biofertilizante.

Colunas com mesmas letras minúsculas não diferem quanto ao biofertilizante num mesmo tipo de água e com mesma letra maiúscula não diferem quanto ao tipo de água na ausência ou presença de biofertilizante, por Tukey para $p \leq 0,01$.

A condutividade elétrica do extrato de saturação do solo, ao contrário da camada superficial, não foi influenciada pelos tratamentos sem e com biofertilizante quando da

irrigação com água não salina. Entretanto, ao considerar o baixo valor inicial de $0,29 \text{ dS m}^{-1}$ (Tabela 2), mesmo sem diferença entre o solo na ausência e presença de biofertilizante, o incremento foi em ambos os casos de 762 %, mas sem elevação do valor da CEes para a categoria de solo salino, isto é, de condutividade elétrica $\geq 4,00 \text{ dS m}^{-1}$ (RICHARDS, 1954). Contudo no solo irrigado com água salina a biofertilização provocou um incremento de 19 % ($5,0 \text{ dS m}^{-1}$) em relação ao solo na ausência do insumo orgânico, $4,2 \text{ dS m}^{-1}$.

De forma semelhante ao observado na camada de 0-20 cm, a irrigação com água salina nos referidos tratamentos elevou também a CEes do solo, em 1348 e 1624 % em relação à CEes inicial, portanto, superiores aos 1.162 e 1.139 % do solo com KCl convencional e de liberação lenta, para o nível salino. Por outro lado, a textura arenosa do solo, com teor médio de areia na faixa de 0-40 cm superior a 84 % (Tabela 2) e a fração de lixiviação de 10 % adicionada à lâmina de irrigação com água salina para lixiviação dos sais (AYERS; WESTCOT, 1999; RHOADES et al., 2000) não foram suficientes para manutenção do solo no nível não salino com CEes abaixo de 4 dS m^{-1} .

Ao considerar que a CEes do solo antes da aplicação dos tratamentos, na camada de 0-20 cm, era 48,3 % superior à camada de 21-40 cm, constata-se que o carregamento dos sais para a camada mais profunda resultou em maior acúmulo salino promovido respectivamente pelas adequadas condições físicas do solo à dinâmica da água, a elevada condutividade elétrica do biofertilizante (Tabela 4), a fração de lixiviação de 10 % adicionada à lâmina de irrigação da água salina e à ação do biofertilizante na melhoria física do solo (BENBOUALI et al., 2013).

Percentagem de sódio trocável do solo

Na camada de 0-20 cm (Figura 28), o solo tratado com biofertilizante, potássio convencional e água não salina a PST se elevou até 4,89 %, superioridade de 51,8 % sobre os tratamentos sem a biofertilização. A mesma tendência foi observada nos tratamentos adubados com o potássio revestido no solo irrigado com água salina (10,25 %). Nestes o aumento na PST foi de 33 % em relação ao solo ao solo sem o insumo orgânico, 7,67 %.

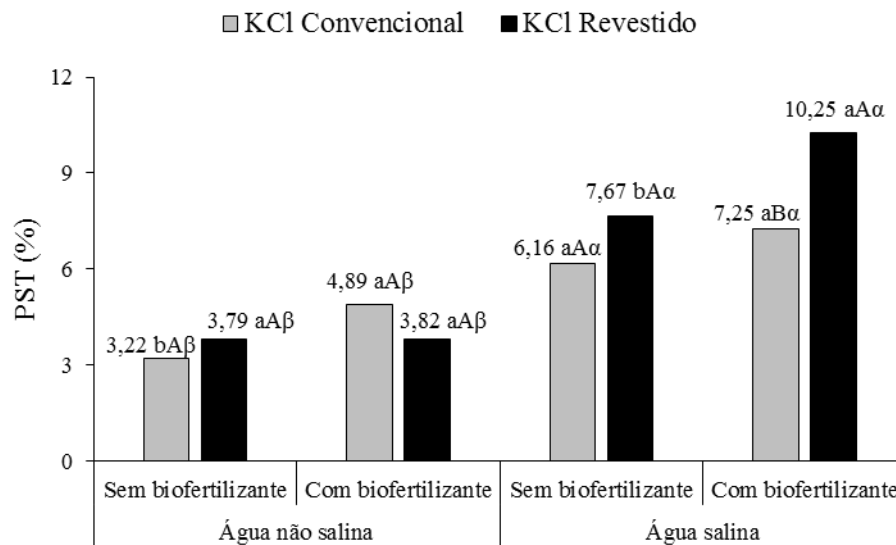


Figura 28. Percentagem de sódio trocável (PST) do solo na camada de 0–20 cm, no início da floração do maracujazeiro amarelo, em função da salinidade da água, no solo sem e com biofertilizante e tipos de potássio.

Colunas com mesmas letras minúsculas não diferem quanto à ausência ou presença do biofertilizante dentro do mesmo tipo de potássio e água, maiúsculas quanto ao tipo de potássio na ausência ou presença de biofertilizante num mesmo tipo de água e com a mesma letra grega não diferem quanto ao tipo de água num mesmo tipo de potássio, na ausência ou presença de biofertilizante, por Tukey para $p \leq 0,05$.

O potássio revestido, no solo com biofertilizante e água salina, propiciou incremento de 41 % na PST em relação ao uso do fertilizante convencional. A irrigação com água salina incrementou a PST em todos os tratamentos, no solo com ausência e presença da biofertilização, adubado com potássio convencional e revestido a PST foi de 6,16 e 7,67, 7,25 e 10,25 %, acréscimo de 91, 102, 48 e 168 % em comparação ao solo irrigado com água sem restrição de uso quanto aos sais, 3,22, 3,79, 4,89 e 3,82 %, respectivamente.

Observa-se que mesmo na irrigação com água não salina e salina os riscos de sodicidade elevaram-se de forma significativa em relação ao nível inicial de 1,59 % (Tabela 2), contudo são inferiores aos 15 % e não expressarem riscos de sodicidade (PST) ao solo e às plantas (RICHARDS, 1954; PIZARRO, 1978; QUEIROZ et al., 2010; FREIRE, 2011). Mesmo admitindo que os valores ainda não causam transtornos porque são inferiores a 15 %, os aumentos percentuais atingem incrementos de 102 %, 138 %, 207 %, 140 %, 287 %, 382 %, 356 % e 544 % em relação ao solo antes da aplicação dos tratamentos.

Na camada de 21-40 cm (Figura 29) observa-se a mesma tendência da faixa de 0-20 cm, a aplicação do biofertilizante no solo com potássio convencional e água não salina proporcionou PST de 4,56 %, incremento de 34,5 % em relação ao solo sem o insumo orgânico. Aumento de 19,8 % foi verificado no tratamento com biofertilizante, potássio revestido e água salina, 7,42 %, em relação ao solo sem a biofertilização. O referido

tratamento diferenciou-se também para o tipo de potássio utilizado, a adubação com KCl revestido, elevou em 31,3 % a PST em comparação à adubação com KCl convencional (5,65 %).

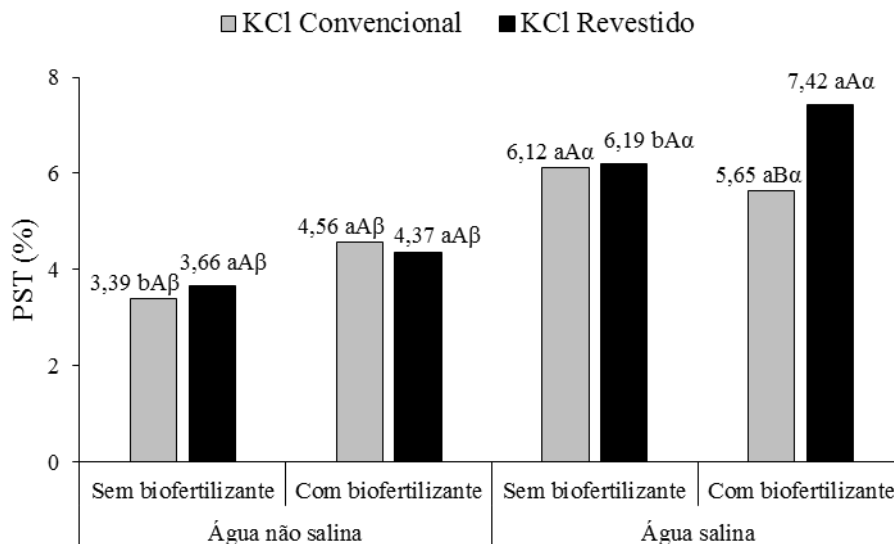


Figura 29. Porcentagem de sódio trocável (PST) do solo na camada de 21 – 40 cm, no início da floração do maracujazeiro amarelo, em função da salinidade da água, no solo sem e com biofertilizante e tipos de potássio.

Colunas com mesmas letras minúsculas não diferem quanto à ausência ou presença do biofertilizante dentro do mesmo tipo de potássio e água, maiúsculas quanto ao tipo de potássio na ausência ou presença de biofertilizante num mesmo tipo de água e com a mesma letra grega não diferem quanto ao tipo de água num mesmo tipo de potássio, na ausência ou presença de biofertilizante, por Tukey para $p \leq 0,05$.

Nos tratamentos irrigados com água salina, na ausência e presença do biofertilizante, adubados com potássio convencional e revestido, a PST chegou à 6,12 % e 6,19 %, 5,65 % e 7,42 %, respectivamente. Entretanto, com o uso de água não salina a PST foi de 3,39 % e 3,66 %, 4,56 % e 4,37 %, incremento de 80 %, 69 %, 23 % e 69 %, respectivamente em função do aumento da salinidade da água.

Observa-se que a grande maioria dos tratamentos com biofertilizante elevaram a PST nas duas profundidades, isto deve-se ao alto teor salino do biofertilizante de $3,1 \text{ dS m}^{-1}$ (Tabela 4). O aumento do nível desta variável causado pelo KCl revestido pode ocorrer pelo alto índice salino do fertilizante, associado à sua liberação lenta e a atividade do Cl^- , possibilitando maior nível deste íon no perfil do solo apesar da fração de lixiviação de 10 %.

Assim como na camada de 0-20 cm, a PST se elevou com o uso de ambas as águas na irrigação, contudo em nível menor do que na camada inicial, isto deve-se a alta RAS (relação de adsorção de sódio) na água de irrigação de $12,83 \text{ mmol L}^{-1}$ (Tabela 4) e também devido a deficiência na drenagem causada pela fração de lixiviação de 10 %, que apesar de suficiente

(RICHARDS, 1954), não funcionou de forma eficiente mantendo o maior nível de sodicidade nos primeiros 20 cm.

Costa et al. (2013) em solo cultivado com mamoneira no município de Mossoró-RN, observaram que a PST edáfica aumentou continuamente ao longo do tempo em função as irrigação com água salina, nas camadas de 0-10; 10-30 e 30-50 cm.

4.1.2 - Salinidade do solo

A interação água \times potássio \times biofertilizante propiciou efeito significativo no pH do extrato de saturação ao final da estação seca e chuvosa, nas camadas de 21-40 e 0-20 cm, respectivamente e também a condutividade elétrica do estrato de saturação ao final da estação seca nas duas camadas estudadas (Tabela 9). A condutividade elétrica ao final da estação chuvosa não foi influenciada por nenhum dos fatores em estudo, isto pode ter ocorrido devido a precipitação ocorrida durante o período das águas, que lixiviou o excesso de sais presentes no solo para as camadas mais profundas (AYERS; WESTCOT, 1999).

Tabela 9. Resumo das análises de variância, pelo quadrado médio, referentes ao pH e condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes) no final da estação chuvosa e no final da estação seca na profundidade de 0-20 e 21-40 cm.

Fonte de variação	pH		pH		CEes		CEes	
	Final da estação		Final da estação		Final da estação		Final da estação	
	seca		chuvosa		seca		chuvosa	
	0-20 cm	21-40 cm	0-20 cm	21-40 cm	0-20 cm	21-40 cm	0-20cm	21-40 cm
Bloco	0,217 ^{ns}	0,060 ^{ns}	0,053 ^{ns}	0,292 ^{ns}	0,291 ^{ns}	0,128 ^{ns}	0,094 ^{ns}	0,084 ^{ns}
Água (A)	0,119 ^{ns}	0,759*	0,090 ^{ns}	0,331 ^{ns}	45,428*	53,184**	0,023 ^{ns}	0,087 ^{ns}
Resíduo (a)	0,097	0,035	0,023	0,209	0,398	0,056 ^{ns}	0,044	0,100
Potássio (K)	0,246 ^{ns}	0,116 ^{ns}	0,319*	0,018 ^{ns}	3,948**	0,806**	0,041 ^{ns}	0,052 ^{ns}
Biofertilizante (B)	1,311**	0,028 ^{ns}	0,338*	0,052 ^{ns}	0,111 ^{ns}	0,198*	0,162 ^{ns}	0,250 ^{ns}
A x K	0,036 ^{ns}	0,136*	0,007*	0,160 ^{ns}	3,071**	0,037**	0,036 ^{ns}	0,0002 ^{ns}
A x B	0,270 ^{ns}	0,026 ^{ns}	0,210*	0,156 ^{ns}	2,652*	0,441**	0,0008 ^{ns}	0,047 ^{ns}
K x B	0,392 ^{ns}	0,178*	0,034 ^{ns}	0,098 ^{ns}	2,941**	0,400**	0,061 ^{ns}	0,113 ^{ns}
A x K x B	0,130 ^{ns}	0,230*	0,207*	0,001 ^{ns}	9,104**	4,189**	0,096 ^{ns}	0,025 ^{ns}
Resíduo (b)	0,090	0,026	0,038	0,083	0,308	0,056 ^{ns}	0,084	0,085
CV a (%)	5,06	2,87	2,70	8,17	11,34	9,92	14,98	20,01
CV b (%)	4,87	2,48	3,47	5,15	9,98	11,39	20,70	18,45
Média	6,15	6,50	5,61	5,59	5,56	5,59	1,40	1,58

^{ns}: não significativo, *significativo a 5%, **significativo a 1%

Potencial hidrogeniônico do extrato de saturação do solo (pHes) ao final da época seca

Ao final da estação seca observou-se que a biofertilização reduziu o pH do extrato de saturação de 6,39 para 5,92 na camada de 0-20 cm (Figura 30), redução de 7,3 %, ambos os valores foram abaixo do pHes antes do início do experimento (6,93).

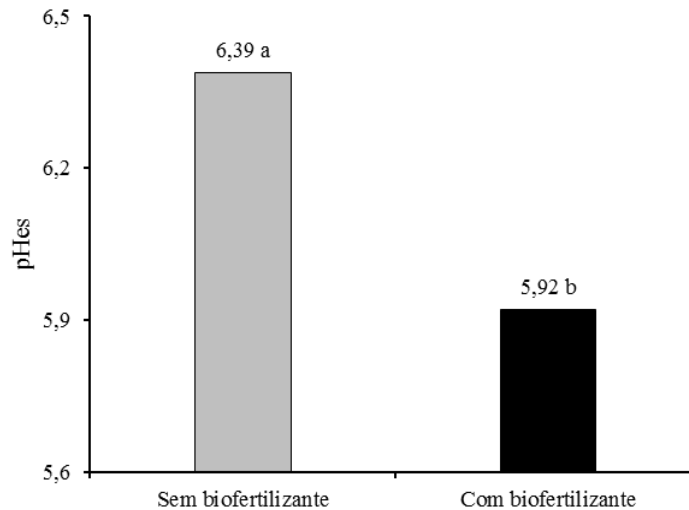


Figura 30. pH do extrato de saturação do solo na camada de 0–20 cm, no final da estação seca em função da aplicação de biofertilizante.

A redução do pH em função do uso do insumo orgânico pode estar ligada às aplicações bimestrais de uréia, acidificando o solo em função da liberação de H^+ no processo de nitrificação (Pires et al., 2008). Resultados semelhantes foram obtidos por Nascimento (2010), onde a aplicação de biofertilizante a partir de 42,85 % da dose estimada causou decréscimo do pH do solo. Contudo Diniz (2009) não verificou influência significativa de doses de biofertilizante comum sobre o pH do solo cultivado com maracujazeiro amarelo.

Situação semelhante foi verificada na camada de 21-40 cm na mesma época de estudo (Figura 31). O biofertilizante diminuiu o pH no solo irrigado com água não salina e adubado com potássio convencional até 6,08, redução de 8,2 % em comparação com os tratamentos sem a biofertilização, 6,58. Em ambos os tratamentos houve decréscimo em relação ao valor do pH inicial (6,67), com biofertilizante esta redução foi de 8,8 % e na ausência do insumo orgânico foi de 1,3 %.

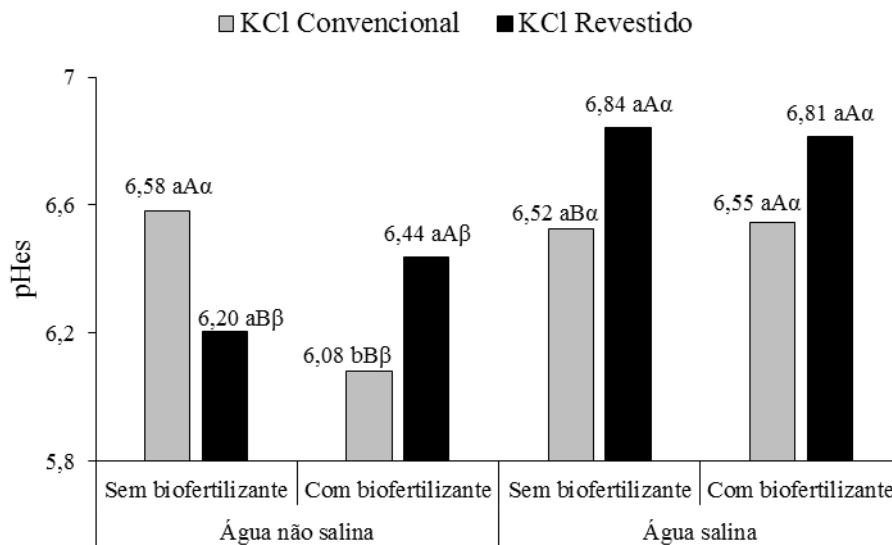


Figura 31. pH do extrato de saturação do solo na camada de 21 – 40 cm, no final da estação seca, em função da salinidade da água, no solo sem e com biofertilizante e tipos de potássio. Colunas com mesmas letras minúsculas não diferem quanto à ausência ou presença do biofertilizante dentro do mesmo tipo de potássio e água, maiúsculas quanto ao tipo de potássio na ausência ou presença de biofertilizante num mesmo tipo de água e com a mesma letra grega não diferem quanto ao tipo de água num mesmo tipo de potássio, na ausência ou presença de biofertilizante, por Tukey para $p \leq 0,05$.

Os tipos de potássio utilizados obtiveram resultados inversos no solo irrigado com águas de salinidades diferentes, independentemente da aplicação do insumo orgânico. Quando irrigou-se com água de $0,5 \text{ dS m}^{-1}$, na ausência de biofertilizante, o KCl convencional proporcionou pH médio de 6,58, incremento de 6,1 % em relação ao solo com KCl revestido. Entretanto o potássio revestido no solo irrigado com a mesma água e biofertilizante (6,44), incrementou em 5,9 % o pH em relação aos tratamentos com potássio convencional (6,08). No solo irrigado com água salina o fertilizante revestido aumentou o pH até 6,84, acréscimo de 4,9 % em relação aos tratamentos com potássio convencional, sem biofertilizante.

O aumento da salinidade da água incrementou o pH em todas as situações, exceto no solo com potássio convencional sem a biofertilização. Nos tratamentos com potássio revestido na ausência e presença de biofertilizante, o pH médio foi de 6,84 e 6,81, acréscimo de 10 % e 5,7 %, respectivamente, em função do aumento da salinidade da água. No solo tratado com biofertilizante e KCl convencional (6,55), houve superioridade de 7,7 % da salinidade da água em relação ao solo irrigado com água de $0,5 \text{ dS m}^{-1}$.

O aumento do pH em função da salinidade da água, possivelmente está relacionado aos teores elevados de carbonato e bicarbonato da água salina utilizada de irrigação (Tabela 4). Segundo Chaves et al. (2006) e Moraes et al. (2011) essa alteração do pH é relevante, pois o mesmo influencia a solubilidade dos elementos essenciais e tóxicos

existentes no solo e a atividade e diversidade de microrganismos do solo. Paiva et al. (2004) e Lima (2011) constataram aumentos no pH do solo, quando o mesmo foi irrigado com águas mais salinas.

Potencial hidrogeniônico do extrato de saturação do solo (pHes) ao final da estação das águas

Ao final da estação chuvosa (Figura 32), na camada de 0-20 cm, o solo irrigado com água salina na ausência de biofertilizante, adubado com potássio revestido, diferenciou-se estatisticamente para todos os fatores avaliados. Em relação ao biofertilizante o pH médio foi de 6,15, superioridade de 12,6 % sobre o pH do solo tratado com o fertilizante orgânico de bovino. Na comparação entre os tipos de potássio e as águas utilizadas o acréscimo foi de 9,4 % em função da adubação com potássio revestido e da salinidade da água.

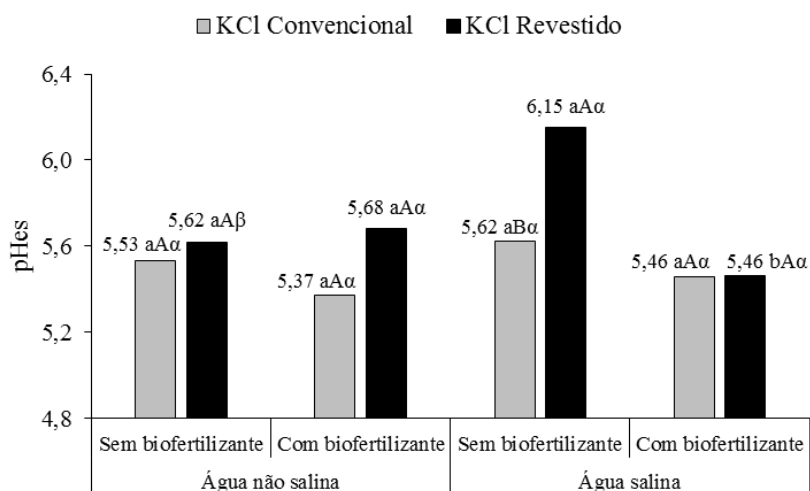


Figura 32. pH do extrato de saturação do solo na camada de 0 – 20 cm, no final da estação chuvosa em função da salinidade da água, no solo sem e com biofertilizante e tipos de potássio.

Colunas com mesmas letras minúsculas não diferem quanto à ausência ou presença do biofertilizante dentro do mesmo tipo de potássio e água, maiúsculas quanto ao tipo de potássio na ausência ou presença de biofertilizante num mesmo tipo de água e com a mesma letra grega não diferem quanto ao tipo de água num mesmo tipo de potássio, na ausência ou presença de biofertilizante, por Tukey para $p \leq 0,05$.

Em geral, o decréscimo do pH na profundidade de 0-20 cm no final da estação chuvosa, pode ter ocorrido devido a solubilização e lixiviação de íons como: Ca^{2+} e HCO_3^- , Na^+ e H^+ , proporcionada pela precipitação ocorrida durante o período das águas (Figura 2).

A redução do potencial hidrogeniônico do solo na maioria dos tratamentos, causada pelo biofertilizante, possivelmente foi exercida pela produção de ácidos orgânicos, carboidratos, açúcares como a sacarose e outros solutos orgânicos, como observado por Costa (2012). Além disso o aumento da atividade microbiana pode proporcionar redução do pH da

solução do solo e do extrato de saturação, quer pelo composto resultante da decomposição (substâncias húmicas) (DIAS, 2011).

Condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes) do solo ao final da estação seca

Na camada de 0-20 cm, a CEes elevou-se em 39,5 % pelo biofertilizante nos tratamentos com potássio convencional e água não salina, 3,99 dS m⁻¹, (Figura 33). Situação semelhante ocorreu no solo com o insumo orgânico, irrigado com água salina e adubado com potássio revestido, 7,51 dS m⁻¹, 16,4 % de superioridade em relação aos tratamentos sem fertilizante líquido de bovino.

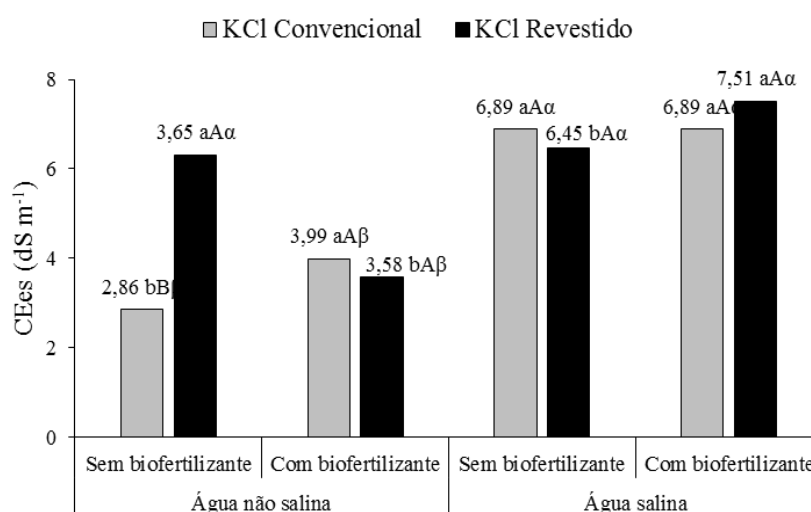


Figura 33. Condutividade elétrica do extrato de saturação do solo na camada de 0-20 cm, no final da estação seca em função da salinidade da água, no solo sem e com biofertilizante e tipos de potássio.

Colunas com mesmas letras minúsculas não diferem quanto à ausência ou presença do biofertilizante dentro do mesmo tipo de potássio e água, maiúsculas quanto ao tipo de potássio na ausência ou presença de biofertilizante num mesmo tipo de água e com a mesma letra grega não diferem quanto ao tipo de água num mesmo tipo de potássio, na ausência ou presença de biofertilizante, por Tukey para $p \leq 0,01$.

A adubação com os diferentes tipos de potássio não exerceu diferença estatística em nenhum dos tratamentos. Contudo, o aumento da salinidade da água elevou significativamente a CEes em todas as situações estudadas. No solo irrigado com água salina, sem e com biofertilizante, adubado com potássio convencional, a CEes chegou à 6,89 dS m⁻¹, aumento de 140,9 e 72,6 % em relação ao solo irrigado com água de 0,35 dS m⁻¹, respectivamente. No solo com potássio revestido e o insumo orgânico de bovino (7,51 dS m⁻¹), a elevação foi de 109 % em função da aumento da salinidade da água.

Mesquita et al. (2012) trabalhando com a formação de mudas de maracujazeiro amarelo fertirrigadas com biofertilizante observaram que a condutividade elétrica do extrato de saturação elevou-se em função da aplicação do fertilizante orgânico. Silva et al. (2013)

avaliando o cultivo da abóbora no município de Mossoró-RN, verificaram que houve acúmulos de sais no solo, nas profundidades de 0-15, 15-30 e 30-45 cm, sendo diretamente proporcionais aos níveis de salinidade da água de irrigação, verificaram também que a intensidade de acumulação foi maior na camada mais superficial, provavelmente, devido à elevada evaporação hídrica em virtude de altas temperaturas ambientais.

De acordo com Rhoades (1999), a irrigação com água de uso restritivo incrementa a concentração de sais no solo, sendo intensificada em razão da maior parte da água aplicada ser removida pela evapotranspiração, deixando permanecer os sais na camada arável do solo e como nas irrigações muito frequentes, 60 % de toda água absorvida pela planta provém do quarto superior da zona radicular, os sais tenderão a se acumular em maior quantidade, próximo a zona radicular da cultura (AMER, 2010; DIAS et al., 2011).

A condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes) na camada de 21–40 cm (Figura 34) elevou-se significativamente em função da biofertilização no solo tratado com potássio convencional, irrigado com água não salina ($3,23 \text{ dS m}^{-1}$) incremento de 46,8 % em relação aos tratamentos sem o biofertilizante ($2,20 \text{ dS m}^{-1}$). Nos tratamentos com água salina e potássio convencional, o insumo orgânico propiciou redução da CEes de 6,36 para $5,18 \text{ dS m}^{-1}$, depleção de 22,7 %, entretanto no solo com o fertilizante revestido, o comportamento foi inverso, onde o biofertilizante elevou em 18,2 % a CEes, de 5,55 para $6,56 \text{ dS m}^{-1}$.

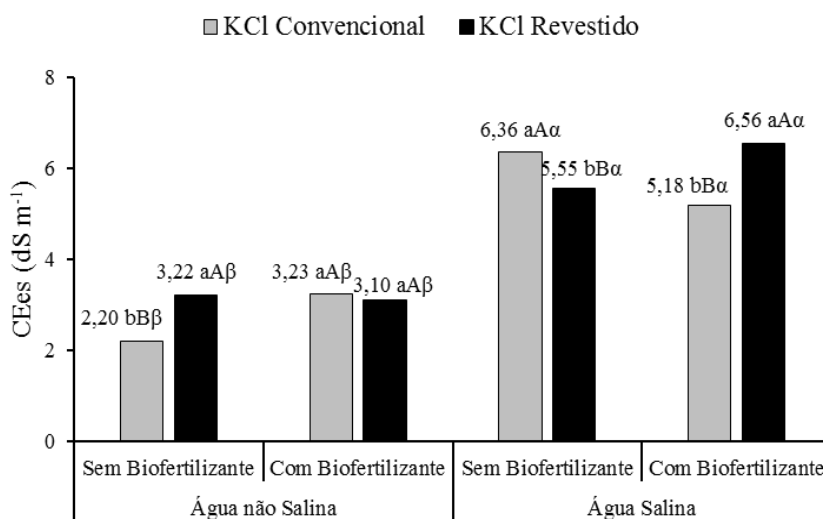


Figura 34. Condutividade elétrica do extrato de saturação do solo na camada de 21-40 cm, no final da estação seca em função da salinidade da água, no solo sem e com biofertilizante e tipos de potássio.

Colunas com mesmas letras minúsculas não diferem quanto à ausência ou presença do biofertilizante dentro do mesmo tipo de potássio e água, maiúsculas quanto ao tipo de potássio na ausência ou presença de biofertilizante num mesmo tipo de água e com a mesma letra grega não diferem quanto ao tipo de água num mesmo tipo de potássio, na ausência ou presença de biofertilizante, por Tukey para $p \leq 0,01$.

A adubação com potássio revestido no solo sem e com biofertilizante, irrigado com água não salina e salina, 3,22 e 6,56 dS m⁻¹, exerceu superioridade de 46,3 % e 26,6 % sobre a CEes dos tratamentos com o fertilizante convencional, 2,20 e 5,18 dS m⁻¹, respectivamente. Entretanto o potássio convencional no solo sem biofertilizante e com água salina a CEes cresceu de 5,55 para 6,36 dS m⁻¹, incremento de 14,6 %. O aumento da salinidade da água elevou a CEes de 2,20, 3,22, 3,23 e 3,10 dS m⁻¹ para 6,36, 5,55, 5,18 e 6,56 dS m⁻¹, incremento de 189, 72,3, 60,3 e 111,6 % no solo sem e com biofertilizante com potássio convencional e revestido, respectivamente.

Com relação ao aumento as CEes pelo biofertilizante estes resultados são semelhantes aos obtidos por Aguiar (2013) em cultivo de maracujazeiro amarelo e Souto et al. (2015) em solo cultivado com Noni (*Morinda citrifolia* L.). Constata-se que mesmo com o aumento, no solo irrigado com água não salina a CEes permaneceu com caráter ligeiramente salino $2 < CEes < 4$, enquanto nos tratamentos irrigados com água salina, a aplicação do biofertilizante elevou, mas não alterou o caráter moderadamente salino $4 < CEES < 8$. A atenuação da CEes pelo insumo orgânico, possivelmente deve-se a atuação das substâncias húmicas nas melhorias químicas e físicas do solo (SOUSA et al., 2008; CAVALCANTE et al., 2009).

Aumentos na CEes em função da adubação com cloreto de potássio foram encontrados por Silva et al. (2001) e Marques et al. (2010), onde o alto índice salino deste fertilizante (116) elevou o conteúdo de sais do solo.

De acordo com Armas et al. (2010), Gonçalves (2010) e Glaeser et al. (2016) a salinização do solo progride quando a quantidade de sais, nele acumulada pela água de irrigação propicia efeitos diretos sobre o potencial osmótico pelo acúmulo de sais, principalmente de sódio para a solução do solo (JIANG et al., 2012; KOROPCHAK e VITT, 2012).

Quanto ao maracujazeiro amarelo, apesar de ser sensível à salinidade (AYERS; WESTCOT, 1999), nas áreas semiáridas tem sido irrigado com água salina acima de 3 dS m⁻¹ (CAVALCANTE et al. 2005; SOARES et al. 2008; BEZERRA et al. 2014). Mas a cultura tem produzido como planta moderadamente sensível e até moderadamente tolerante os sais (DIAS et al. 2011;). Cavalcante et al. (2009) ao avaliaram os efeitos da salinidade da água de irrigação entre 0,4 e 4,0 dS m⁻¹ sobre o crescimento inicial do maracujazeiro amarelo concluíram que o aumento da concentração de sais da água elevou expressivamente o caráter salino do substrato, refletindo-se na redução do diâmetro caulinar, área foliar e produção de biomassa de raízes.

4.1.3 - Umidade e temperatura do solo

Pela Tabela 10 constata-se que apenas o biofertilizante exerceu diferença significativa na umidade do solo medida na camada superficial, enquanto as interações água \times potássio e o biofertilizante de forma isolada na camada de 15 cm e a interação água \times potássio \times biofertilizante na camada de 30 cm proporcionaram efeito significativo. A temperatura do solo não foi afetada estatisticamente por nenhum dos fatores estudados, apesar disto observar-se que na superfície a temperatura manteve-se reduzida em comparação com as outras camadas.

Tabela 10. Resumo das análises de variância, pelo quadrado médio, referentes à umidade e temperatura do solo na superfície, 15 e 30 cm.

Fonte de variação	Umidade do Solo			Temperatura do Solo		
	Superfície	15 cm	30 cm	Superfície	15 cm	30 cm
Bloco	0,217 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,245 ^{ns}	0,551 ^{ns}	4,061 ^{ns}	0,151 ^{ns}
Água (A)	0,072 ^{ns}	1,470 ^{ns}	24,461**	12,183 ^{ns}	16,833 ^{ns}	8,640 ^{ns}
Resíduo (a)	2,247	0,744	0,099	2,311	0,911	1,051
Potássio (K)	0,054 ^{ns}	0,889 ^{ns}	14,322**	7,593 ^{ns}	1,653 ^{ns}	7,88E-31 ^{ns}
Biofertilizante (B)	78,409**	113,796**	138,816**	1,983 ^{ns}	5,133 ^{ns}	8,640 ^{ns}
A x K	0,101 ^{ns}	4,914**	2,774 ^{ns}	11,343 ^{ns}	0,303 ^{ns}	1,500 ^{ns}
A x B	1,008 ^{ns}	0,003 ^{ns}	6,427**	4,083 ^{ns}	4,593 ^{ns}	8,640 ^{ns}
K x B	0,228 ^{ns}	2,124 ^{ns}	8,354**	1,083 ^{ns}	0,093 ^{ns}	0,960 ^{ns}
A x K x B	1,058 ^{ns}	0,025 ^{ns}	4,806*	0,453 ^{ns}	6,933 ^{ns}	4,860 ^{ns}
Resíduo (b)	0,632	0,450	0,622	9,311	7,496	6,061
CV a (%)	15,86	8,00	2,95	5,42	3,28	3,33
CV b (%)	8,41	6,22	7,41	10,89	9,41	8,00
Média	9,45	10,77	10,64	28,01	29,08	30,75

^{ns}: não significativo, *significativo a 5%, **significativo a 1%

A aplicação do biofertilizante exerceu efeito significativo sobre a umidade na superfície do solo, elevando-a até 11,37 %, proporcional a um acréscimo de 47 % sobre a umidade edáfica na ausência da biofertilização (Figura 35).

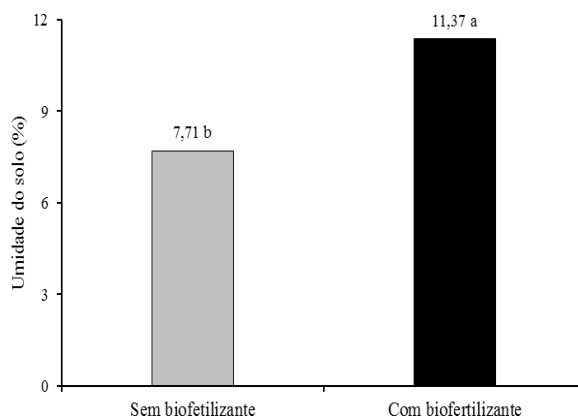


Figura 35. Umidade na superfície do solo, medida quinzenalmente em área de cultivo com o maracujazeiro amarelo no solo sem e com biofertilizante.

Dantas (2014) em cultivo de pimentão no município de Nova Floresta-PB, evidenciou que o maior teor de umidade na superfície do solo, correspondeu aos tratamentos com biofertilizante enriquecido, devido à formação de uma camada na superfície do solo pelo insumo orgânico, contribuindo para a sua proteção com efeito na diminuição das perdas hídricas.

Aos 15 cm, nos tratamentos com água não salina o potássio convencional (11,2 %) manteve o solo mais úmido 13,1 % em relação à adubação com potássio revestido (9,9 %). O aumento da salinidade da água de irrigação no solo com potássio revestido elevou a umidade até 11,3 %, incremento de 4,6 % sobre o solo irrigado com água não salina (Figura 36 A). Na Figura 36 B, observa-se que a biofertilização elevou a umidade do solo de 8,6 % para 13 %, incremento de 51,1 % em função do uso do insumo orgânico.

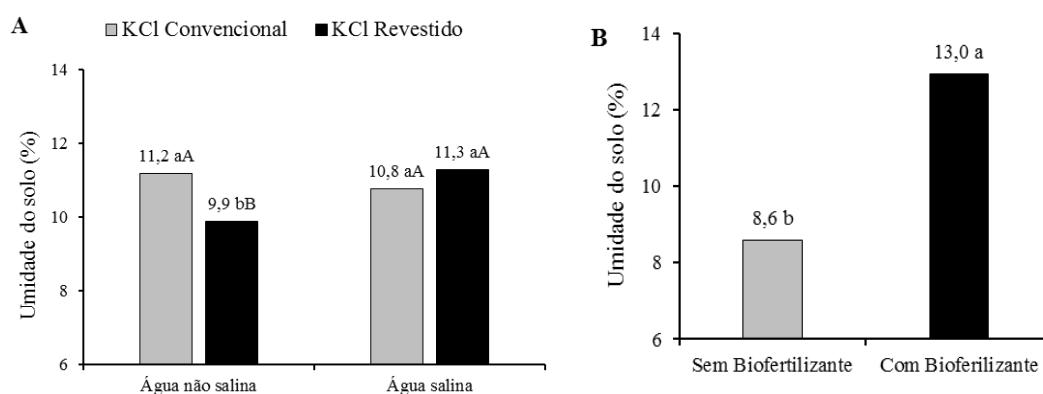


Figura 36. Umidade do solo na profundidade de 15 cm na época de floração do maracujazeiro amarelo no início da floração do maracujazeiro amarelo, em função da salinidade da água e tipos de potássio (A) e no solo sem e com biofertilizante bovino (B).

Colunas com mesmas letras minúsculas não diferem quanto ao tipo de potássio num mesmo tipo de água e com mesma letra maiúscula não diferem quanto ao tipo de água num mesmo tipo de potássio, por Tukey para $p \leq 0,05$ (A).

Segundo Vieira (1972) e Gondim (2010) a salinidade da água pode atuar diminuindo a evaporação, promovendo aumento no conteúdo de água do solo. Costa et al. (2006) estudaram a influência da salinidade na taxa de evaporação da água e, constataram que a taxa de evaporação diária diminui linearmente com o aumento da salinidade da água.

Freire e Freire, (2007), afirmam que a matéria orgânica atua como agente ligante entre os componentes dos solos, interferindo de maneira positiva nos seus atributos físicos, aumentando a condutividade hidráulica e a infiltração de água. Miranda et al. (2011) trabalhando em NEOSSOLO FLÚVICO salino-sódico, concluíram que as propriedades físico-hídricas foram melhoradas com a adição de diferentes fontes de matéria orgânica. Gondim (2010) observou que a temperatura e umidade do solo apresentaram valores mais

elevados quando da adição de biofertilizante bovino ao solo em comparação com a biofertilização com vinhaça.

Aos 30 cm de profundidade (Figura 37), o biofertilizante agiu de forma significativa na umidade edáfica em todos os tratamentos. No solo com potássio convencional e revestido, irrigado com água de 0,35 e 4,0 dS m⁻¹, a umidade elevou-se até 10,93, 12,08, 12,45 e 16,75 %, incremento de 46,9, 50,6, 43,4 e 89,7 % sobre os tratamentos sem o insumo orgânico, 7,44, 8,02, 8,68 e 8,83%, respectivamente.

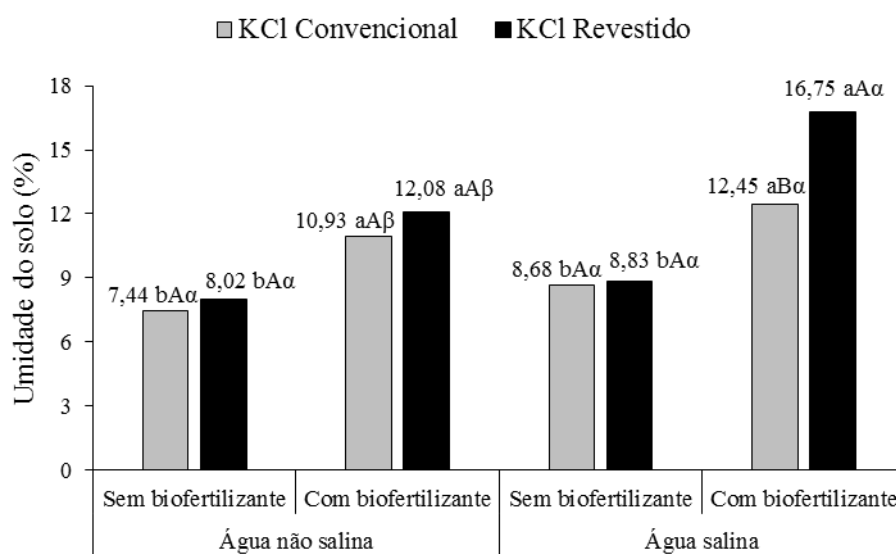


Figura 37. Umidade do solo, medida quinzenalmente em área de cultivo com o maracujazeiro amarelo na camada de 30 cm, no final da estação seca em função da salinidade da água, no solo sem e com biofertilizante e tipos de potássio.

Colunas com mesmas letras minúsculas não diferem quanto à ausência ou presença do biofertilizante dentro do mesmo tipo de potássio e água, maiúsculas quanto ao tipo de potássio na ausência ou presença de biofertilizante num mesmo tipo de água e com a mesma letra grega não diferem quanto ao tipo de água num mesmo tipo de potássio, na ausência ou presença de biofertilizante, por Tukey para $p \leq 0,05$.

A adubação com o potássio revestido no solo com biofertilizante e água salina (16,75 %), incrementou a umidade edáfica em 34,5 % em relação ao uso do fertilizante convencional (12,45 %). O aumento na salinidade da água elevou de 10,93 e 12,08 % para 12,45 e 16,75 % a umidade do solo nos tratamentos com biofertilizante, potássio convencional e revestido, incremento de 14 e 38,6 %, respectivamente.

O aumento na umidade na superfície do solo em ambas as profundidades proporcionado pelo biofertilizante deve-se possivelmente às melhorias físicas do solo, como maior agregação, cimentação e retenção de água promovida pelas partículas de matéria orgânica contidas no fertilizante orgânico.

Lima Neto et al. (2013) em LATOSSOLO AMARELO Eutrófico cultivado com pimentão, verificaram que embora não tenha ocorrido diferença estatística, os tratamentos

com biofertilizante na presença de cobertura morta obtiveram os maiores valores médios de umidade do solo.

Silva Filho et al., (2011) relatam que as substâncias húmicas têm imensa capacidade de reter água no solo, mediante a formação de agregados, pela sua propriedade coloidal e a agregação das moléculas pelas ligações covalentes com o hidrogênio, formando estruturas esponjosas capaz de reter água no ambiente edáfico.

Verifica-se nas Figuras 36 e 37 que a irrigação com água salina, apesar não ter exercido diferença significativa em todas as situações, em geral contribuiu para aumento da umidade do solo. Possivelmente a ação dispersante exercida pela salinidade, principalmente pela presença de sódio, que é monovalente e possui maior raio hidratado, tenha dificultado a agregação das partículas e, com isso tenha provocado diminuição da evaporação e aumento da umidade do solo (Gondim, 2010).

4.2 – Crescimento, composição mineral, trocas gasosas e produção do maracujazeiro amarelo

4.2.1 – Crescimento das plantas

Na análise do crescimento das plantas (Tabela 11), observa-se que a interação água × potássio exerceu diferença significativa no período para a poda total da haste principal (PPTHP) e no número de ramos produtivos aos 100 dias após o transplantio (NRP), enquanto o biofertilizante interferiu significativamente a altura das plantas aos 30 dias após o transplantio (ALT 30 DIAS) e o período para a poda dos ramos laterais (PRLAT).

Tabela 11. Resumos das análises de variância, pelo quadrado médio, referentes a altura das plantas aos 30 dias (ALT 30 DIAS), taxa de crescimento absoluto (TCA), período da poda da haste principal (PPTHP), período de poda dos ramos laterais (PRLAT) e número de ramos produtivos aos 100 dias após o transplântio (NRP) do maracujazeiro amarelo.

Fonte de variação	ALT 30 DIAS	TCA	PPTHP	PRLAT	NRP
Bloco	89,0182 ^{ns}	1,3648 ^{ns}	102,1432 ^{ns}	1,6278 ^{ns}	1,7717 ^{ns}
Água (A)	20,6276 ^{ns}	0,0183 ^{ns}	2,1901 ^{ns}	3,8762 ^{ns}	19,41 ^{ns}
Resíduo (a)	402,0182 ^{ns}	0,1214 ^{ns}	30,7526 ^{ns}	34,0607 ^{ns}	11,6808 ^{ns}
Potássio (K)	9,0651 ^{ns}	0,193 ^{ns}	20,6276 ^{ns}	3,9919 ^{ns}	0,4401 ^{ns}
Biofertilizante (B)	602,5026*	0,0945 ^{ns}	57,8151 ^{ns}	72,8431*	20,0141*
A x K	141,3776 ^{ns}	0,5607 ^{ns}	72,6276*	19,3501 ^{ns}	26,2155**
A x B	39,3984 ^{ns}	0,5225 ^{ns}	42,0026 ^{ns}	1,8797 ^{ns}	9,0651 ^{ns}
K x B	0,0651 ^{ns}	0,0729 ^{ns}	0,7526 ^{ns}	1,9605 ^{ns}	4,5211 ^{ns}
A x K x B	194,0859 ^{ns}	0,0428 ^{ns}	16,2526 ^{ns}	0,4504 ^{ns}	0,0026 ^{ns}
Resíduo (b)	109,1501 ^{ns}	0,258 ^{ns}	12,9688 ^{ns}	10,116 ^{ns}	2,6811 ^{ns}
CV a (%)	395,53	3,12	50,36	36,42	80,72
CV b (%)	107,38	6,64	21,24	10,81	18,52
Média	101,64	3,88	61,07	93,5	14,47

Aos 30 dias após o transplântio (DAT), as plantas atingiram 96,6 e 106,6 cm, respectivamente no solo sem e com o insumo orgânico. Ao considerar que as mudas foram transplantadas com altura média de 25 cm verificam-se valores de 71,6 e 81,6 cm com superioridade de 14 % proporcionada pelo biofertilizante bovino. Esses resultados, apesar de inferiores aos 92 cm registrados por Dias et al. (2013) em plantas de maracujazeiro amarelo irrigadas com água de menor concentração salina (2,5 dS m⁻¹) indica que o elevado nível salino da água de irrigação (4,00 dS m⁻¹) não comprometeu o crescimento inicial das plantas durante a fase inicial.

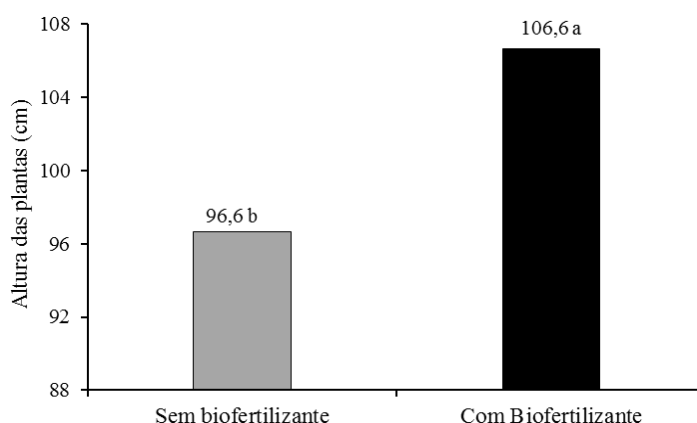


Figura 38. Altura de plantas de maracujazeiro amarelo, aos 30 DAT, no solo sem e com biofertilizante bovino.

Pelos resultados da Figura 39, observa-se que as plantas irrigadas com água não salina levaram de 60 e 61,6 dias após o transplântio para atingirem o arame, mas não exibiram diferença significativa aos efeitos do potássio convencional e de liberação lenta para crescerem 230 cm (220 cm até o arame +10 cm acima) e nessa altura terem a haste principal podada para emissão dos ramos laterais. Os valores assemelham-se à variação de 59 a 63 dias registrada por Cavalcante et al. (2007) em maracujazeiro amarelo conhecido em Nova Floresta, Paraíba, como Guinezinho, sob irrigação com água não salina ($0,5 \text{ dS m}^{-1}$) no solo sem biofertilizante.

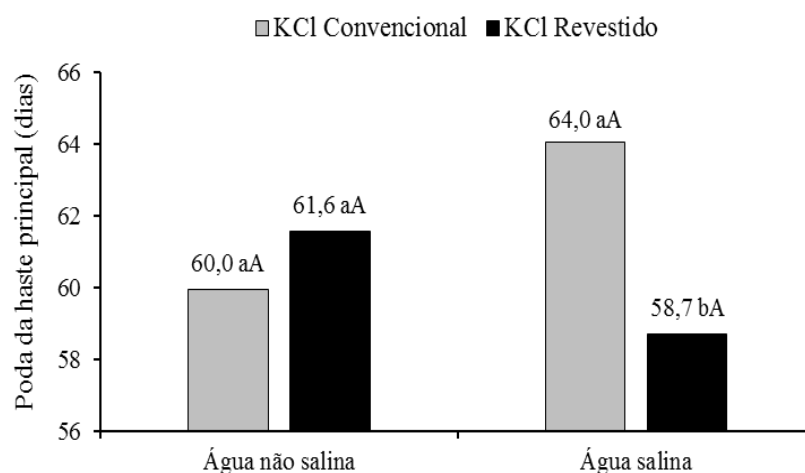


Figura 39. Período do transplântio das mudas à poda da haste principal do maracujazeiro amarelo, em função da salinidade da água e tipos de potássio.

Colunas com mesmas letras minúsculas não diferem quanto ao tipo de potássio num mesmo tipo de água e com mesma letra maiúscula não diferem quanto ao tipo de água num mesmo tipo de potássio, por Tukey para $p \leq 0,05$.

No solo irrigado com água salina ($4,0 \text{ dS m}^{-1}$) as plantas atingiram maior crescimento quando adubadas com cloreto de potássio revestido por polímeros orgânicos e alcançaram o arame de sustentação 5,3 dias antes que as do solo com cloreto de potássio convencional. Ao considerar o mesmo crescimento da haste principal de 230 cm, em ambas as situações, e relacionar o período de 58,7 com 64,0 verifica-se que o cloreto de potássio de liberação lenta atenuou em 8,3 % a ação degenerativa da salinidade da água de irrigação no crescimento em altura do maracujazeiro BRS Gigante amarelo. A poda mais tardia das plantas tratadas com potássio convencional pode ser devida a rápida liberação do íon cloreto que, apesar de ser micronutriente, em nível elevado, exerce ação tóxica às plantas e incrementa a fitotoxicidade da água salina (DIAS & BLANCO, 2010). O comportamento dos dados nos tratamentos com potássio revestido por polímeros é similar ao de plantas de maracujazeiro amarelo irrigadas com águas salinas de $0,5$ a $4,5 \text{ dS m}^{-1}$, no solo com biofertilizante bovino fornecido uma

semana antes e a cada 90 DAT (DIAS et al., 2013), em atenuar os efeitos depressivos dos sais às plantas.

Os polímeros orgânicos utilizados no revestimento do KCl, assim como os biofertilizantes, contêm substâncias húmicas que exercem ação atenuadora à salinidade da água e do solo às plantas como constatado por Mahmoud e Mohamed (2008) em mudas de trigo (*Triticum aestivum*) sob irrigação com água salina e biofertilizante bovino. O respectivo fertilizante mineral com revestimento orgânico estimulou mais o crescimento das plantas em solo salino ($\text{CEes} \geq 4 \text{ dS m}^{-1}$) provocado pela irrigação com água salina, como constatado na Figura 39. Essa situação foi semelhante a apresentada por Guareschi et al., (2011) em solo não salino, ao constataram que a aplicação a lanço de KCl revestido por polímeros 15 dias antes da semeadura, proporcionou maior produção de massa seca, número de vagens e produtividade de grãos de soja, em relação às plantas do solo com KCl convencional.

O período do transplantio das mudas à poda dos ramos laterais de onde surgem os ramos produtivos foi significativamente reduzido de 95,2 para 91,8 DAT, entre plantas do solo sem e com biofertilizante, isto evidencia um crescimento 3,57 % maior das plantas promovido pelo insumo orgânico (Figura 40). Apesar da modesta redução média de 3,4 dias, os resultados são promissores comparados aos 91 e 100 DAT registrados para o crescimento dos ramos laterais de maracujazeiro amarelo irrigado com água não salina no solo sem e com biofertilizante bovino (CAVALCANTE et al., 2007).

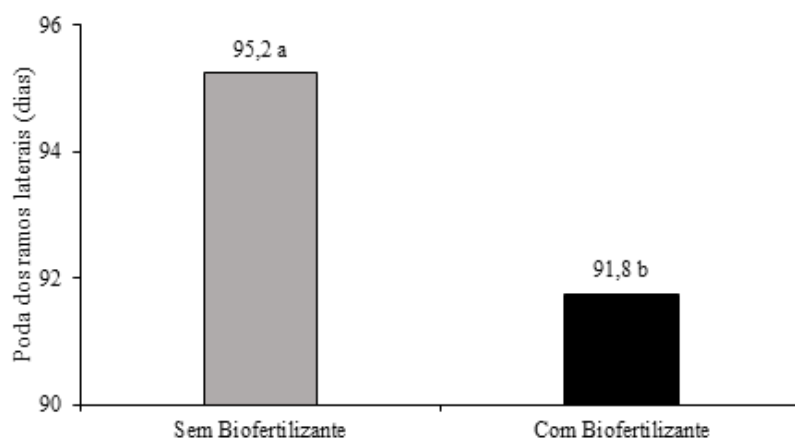


Figura 40. Período do transplantio à poda dos ramos laterais em plantas de maracujazeiro amarelo, no solo sem e com biofertilizante bovino.

A adição do biofertilizante (Figura 41 A) proporcionou 13,2% mais ramos produtivos terciários que as plantas do solo sem o referido insumo orgânico e o valor de 15,4 ramos, aos 100 DAT, se situa na amplitude de 8 a 23 ramos planta⁻¹ registrada por Dias et al. (2013), dos 113 aos 153 DAT, em maracujazeiro amarelo irrigado com água salina no solo com

biofertilizante, mas inferior à variação de 27 a 30 ramos planta⁻¹ da mesma cultura no solo sem e com biofertilizante bovino irrigada com água não salina (CAVALCANTE et al., 2007).

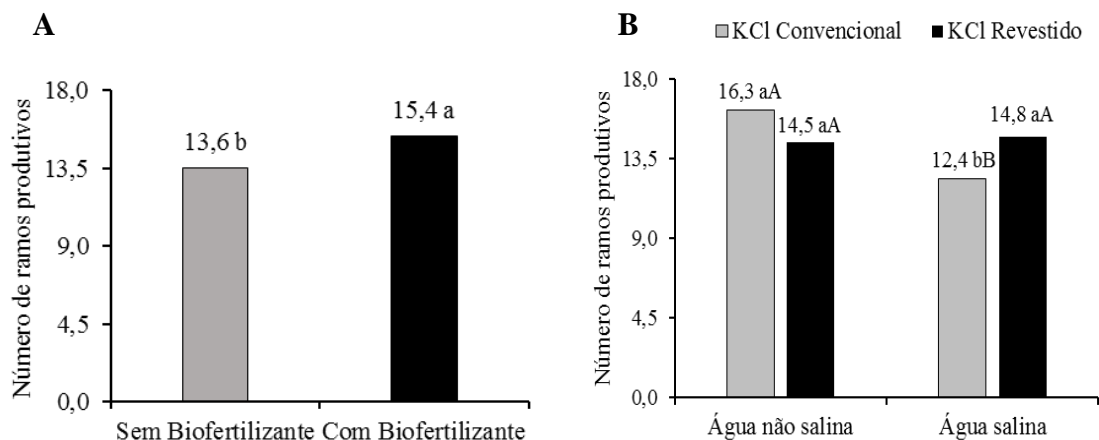


Figura 41. Número de ramos produtivos aos 100 DAT em plantas de maracujazeiro BRS Gigante Amarelo (A), no solo sem e com biofertilizante bovino, (B), em função da salinidade da água de irrigação e tipos de potássio.

Colunas com mesmas letras minúsculas não diferem quanto ao tipo de potássio num mesmo tipo de água e com mesma letra maiúscula não diferem quanto ao tipo de água num mesmo tipo de potássio, por Tukey para $p \leq 0,05$.

Os diferentes tipos de potássio não interferiram na emissão de ramos produtivos das plantas irrigadas com água não salina ($0,35 \text{ dS m}^{-1}$), mas o tipo revestido com polímeros proporcionou maior emissão dos ramos produtivos pelo maracujazeiro amarelo irrigado com água de condutividade elétrica $4,00 \text{ dS m}^{-1}$ (Figura 41B). Os dados expressam coerência com o crescimento em altura da haste principal avaliado pelo período do transplântio à poda (Figura 39), em que, onde a poda foi mais tardia ou mais precoce o número de ramos produtivos foi respectivamente inferior ou superior. A liberação lenta disponibiliza potássio por maior tempo no solo e absorção pelas plantas resultando em regulação osmótica celular, mantendo o turgor (TAIZ; ZEIGER, 2013), contribuindo também para o equilíbrio nutricional (GUARESHI et al., 2011) e, com efeito, ao fitocrescimento e emissão de ramos produtivos, inclusive em meio salino.

No período de cultivo dos 30 aos 270 DAT o crescimento das plantas pelo diâmetro respondeu significativamente aos efeitos da interação entre água salina e idade das plantas e biofertilizante bovino e idade das plantas (Figura 42).

O diâmetro do caule das plantas irrigadas com água não salina, obteve incremento de 1,6 mm no intervalo dos 115 aos 145 DAT (Figura 42 A), superando no mesmo período, em 8 % ao diâmetro das plantas irrigadas com água salina. A partir dessa idade, apesar do aumento dos respectivos valores, os dados entre as plantas tratadas com as diferentes águas foram

basicamente os mesmos e os incrementos entre as idades, para cada tipo de água, foi nulo ou quase nulo. A semelhança entre os resultados, principalmente dos 210 aos 270 DAT, pode ser devida a textura arenosa do solo (Tabela 2) e a lâmina de 10 % a mais aplicada nas plantas irrigadas com a água de maior concentração salina para a lixiviação dos sais do ambiente radicular (AYERS; WESTCOT, 1999), estimulando o crescimento das plantas.

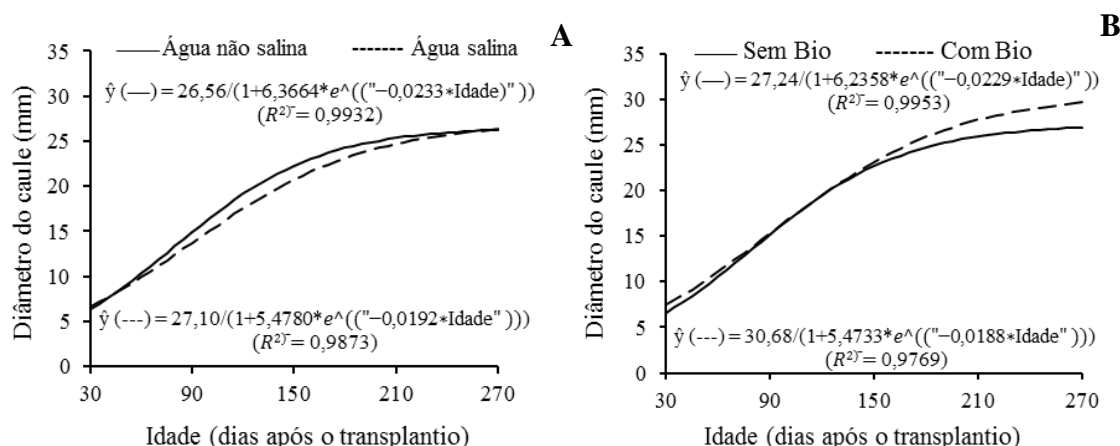


Figura 42. Valores médios do diâmetro caulinar das plantas, em função da idade após o transplântio das mudas, irrigadas com água não salina (—) e salina (- - - - -) (A), no solo sem (—) e com (- - - - -) biofertilizante bovino (B).

Na Figura 42 B constata-se que as plantas dos tratamentos com biofertilizante atingiram aos 270 DAT o maior diâmetro caulinar de 29,7 mm, portanto 10,4 % superior aos 26,9 mm das plantas nos tratamentos sem o insumo orgânico. A supremacia dos dados, a partir dos 190 DAT, está compatível com Dias et al. (2011), Nascimento et al. (2012), Bezerra et al. (2014) ao concluírem que o biofertilizante bovino reduz a intensidade dos efeitos nocivos da salinidade da água de irrigação ao maracujazeiro amarelo durante o crescimento das mudas em ambiente protegido e das plantas no campo.

Os diâmetros do maracujazeiro BRS Gigante Amarelo aos 270 DAT, superam os valores de 12,31 mm dos 30 aos 210 DAT sob cultivo irrigado com água não salina obtidos por Cavalcante et al., (2007) e o valor médio de 17,8 mm aos 150 DAT em cultivo irrigado com águas de salinidade crescente de 0,5 a 4,5 dS m⁻¹ (DIAS et al., 2013).

4.2.2 - Composição mineral das plantas

Os resumos de análises de variância referentes aos teores de macronutrientes nas folhas de maracujazeiro amarelo revelam que os teores de Nitrogênio (N) foram influenciados pelas águas utilizadas, enquanto a interação água x biofertilizante propiciou diferenças significativas nos teores de Fósforo (P). Os teores foliares de Potássio (K) foram

influenciados pela interação água x potássio. Observou-se efeito isolado do biofertilizante para os teores de Enxofre (S). Os demais macronutrientes não responderam à ação de nenhum tratamento.

Tabela 12. Resumo das análises de variância, pelo quadrado médio, referentes aos teores foliares de macronutrientes na matéria seca foliar do Maracujazeiro amarelo.

Fonte de variação	Quadrado Médio					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Bloco	0,1262 ^{ns}	0,011 ^{ns}	5,66 ^{ns}	0,605 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,011 ^{ns}
Água (A)	15,26*	0,24 ^{ns}	1,7 ^{ns}	0,03375 ^{ns}	0,015 ^{ns}	0,183 ^{ns}
Resíduo (a)	0,4347 ^{ns}	0,0012 ^{ns}	0,423 ^{ns}	1,62 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,02 ^{ns}
Potássio (K)	27,9 ^{ns}	0,093 ^{ns}	5,47 ^{ns}	0,00375 ^{ns}	0,183 ^{ns}	7,70 ^{ns}
Biofertilizante (B)	33,79 ^{ns}	0,015 ^{ns}	16,23 ^{ns}	0,24 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,18*
A x K	39,37 ^{ns}	0,0037 ^{ns}	52,15**	0,0037 ^{ns}	1,92 ^{ns}	0,033 ^{ns}
A x B	8,9 ^{ns}	0,24*	1,06 ^{ns}	0,375 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,00 ^{ns}
K x B	10,82 ^{ns}	0,093 ^{ns}	2,85 ^{ns}	0,015 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,093 ^{ns}
A x K x B	23,96 ^{ns}	0,003 ^{ns}	12,67 ^{ns}	0,96 ^{ns}	0,135 ^{ns}	0,015 ^{ns}
Resíduo (b)	9,06 ^{ns}	0,039 ^{ns}	4,03 ^{ns}	1,16 ^{ns}	0,057 ^{ns}	0,021 ^{ns}
CV a (%)	1,44	1,35	1,77	16,23	6,17	5,05
CV b (%)	6,6	7,74	5,46	13,73	10,42	5,17
Média	45,56	2,55	36,72	7,84	2,29	2,8

^{ns}: não significativo, *significativo a 5%, **significativo a 1%

Os teores de N na matéria seca foliar do maracujazeiro amarelo (Figura 43), se elevaram quando as plantas foram irrigadas com água salina (4,0 dS m⁻¹) até 46,36 g kg⁻¹, incremento de 3,5% em relação as plantas que não foram irrigadas com água que oferece restrição à cultura. Apesar desta diferença ambos os níveis de N foliar estão adequados ao maracujazeiro amarelo, que segundo Malavolta et. al. (1997) situa-se na faixa entre 40 e 50g kg⁻¹.

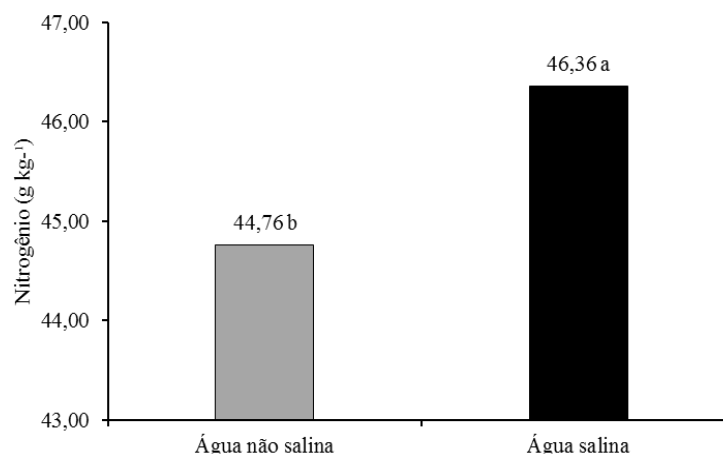


Figura 43. Teores de nitrogênio na matéria seca foliar do maracujazeiro amarelo em função de irrigação com água não salina e salina.

problemas de sais. Segundo os mesmos autores o fósforo em solução aumenta quando a saturação por sódio substitui o Ca^{2+} , Mg^{2+} e Al^{3+} nos sítios de troca. Assim o potencial de negativo da superfície é aumentado, conduzindo a dessorção de P. Esses resultados também podem estar ligados ao aumento no turgor osmótico celular e acúmulo de compostos energéticos, proporcionado pela adubação constante com este macronutriente (TAIZ e ZEIGER, 2013).

Grattan & Grieve (1999) afirmam que a interação entre a salinidade e a nutrição mineral de fósforo em plantas é complexa e dependente da espécie, da concentração de fósforo no solo e dos tipos de sais e nível de salinidade da água de irrigação, o que pode justificar as discrepâncias entre os resultados obtidos no presente estudo e os obtidos por outros autores.

Com relação aos teores de K na matéria seca foliar (Figura 45) não houve diferença estatística entre a interação potássio e água não salina. Contudo, a irrigação com este tipo de água no solo com potássio revestido propiciou teor médio de $37,45 \text{ g kg}^{-1}$ (6,8 %) superior às plantas irrigadas com água salina ($35,03 \text{ g kg}^{-1}$). No solo adubado com potássio convencional, o teor médio de K no tecido foliar partiu de $35,45 \text{ g kg}^{-1}$ nas plantas irrigadas com água não salina para $38,93 \text{ g kg}^{-1}$ nas plantas tratadas com água salina, superioridade de 9,8 % em função do aumento da salinidade da água. No solo irrigado com água salina, o potássio convencional elevou o teor foliar de K até $38,93 \text{ g kg}^{-1}$, incremento de 11 % sobre as plantas tratadas com potássio revestido ($35,03 \text{ g kg}^{-1}$). Segundo Malavolta et al. (1997), estes teores de K foliar estão adequados para a cultura do maracujazeiro amarelo, pois estão entre 35 e 45 g kg^{-1} .

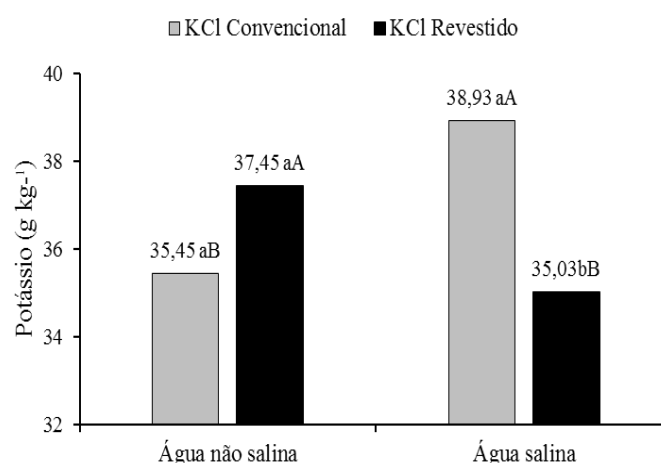


Figura 45. Teores de potássio na matéria seca foliar do maracujazeiro amarelo em função de irrigação com água não salina e salina e tipos de potássio.

Colunas com mesmas letras minúsculas não diferem quanto ao tipo de potássio num mesmo tipo de água e com mesma letra maiúscula não diferem quanto ao tipo de água num mesmo tipo de potássio, por Tukey para $p \leq 0,01$.

A disponibilidade contínua de K^+ no solo pelo KCl convencional, através da adubação mensal pode ter contribuído para a predominância deste íon em relação ao Na^{2+} nos sítios de troca do solo irrigado com água salina, favorecendo assim a ativação de enzimas envolvidas no processo respiratório, manutenção do turgor celular e o equilíbrio iônico ou osmorregulação das plantas, como observado por Diniz Neto et al. (2014), ao constatar que o KCl convencional atenuou a ação degenerativa da salinidade das águas em mudas de oiticica.

A redução dos teores de K^+ no tecido foliar proporcionada pelo fertilizante revestido no solo irrigado com água salina pode ser consequência da entrada de água com alto teor salino nas cápsulas de KCl polimerizadas, prejudicando a liberação deste macronutriente ao solo e consequentemente às plantas.

O teor de enxofre na matéria seca foliar do maracujazeiro amarelo (Figura 46) elevou-se significativamente no solo sem biofertilizante ($2,89 \text{ g kg}^{-1}$), incremento de 6,6 % em relação às plantas cultivadas no solo sob a biofertilização ($2,71 \text{ g kg}^{-1}$). Estes teores estão abaixo dos recomendados por Malavolta et al., (1997), na faixa entre 3 e 4 g kg^{-1} de S na matéria seca foliar do maracujazeiro amarelo.

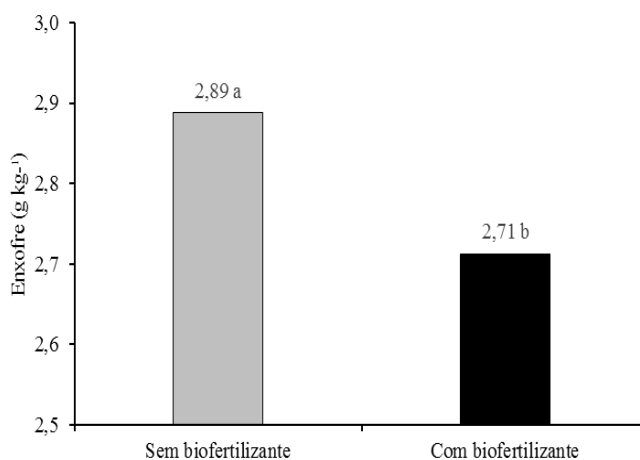


Figura 46. Teores de enxofre na matéria seca foliar do maracujazeiro amarelo cultivado na ausência e presença de biofertilizante.

Apesar do solo ter sido adubado bimestralmente com superfosfato simples (8% de S), o possível decréscimo do teor deste macronutriente foliar pode ter ocorrido devido à falta de mineralização da matéria orgânica proveniente do biofertilizante, pois sabe-se que muito do N e do S em solos agrícolas provém da matéria orgânica Segundo Santos et al. (2010), isto pode ter sido agravado também pela alta condutividade elétrica do biofertilizante que foi de $3,1 \text{ dS m}^{-1}$ (Tabela 4), prejudicando a atividade microbiológica.

Pelos teores de micronutrientes e sódio na massa seca do maracujazeiro amarelo (Tabela 13), observa-se que a interação água × potássio × biofertilizante propiciou diferenças significativas nos teores de boro (B) e ferro (Fe) enquanto a interação Água × Biofertilizante proporcionou exerceu efeito significativo no teor de sódio (Na). Os teores de manganês e zinco foram influenciados pela ação do biofertilizante e dos tipos de potássio de forma isolada, respectivamente.

Tabela 13. Resumo das análises de variância, pelo quadrado médio, referentes aos teores foliares de micronutrientes na matéria seca foliar do maracujazeiro amarelo.

Fonte de variação	Quadrado Médio					
	B	Fe	Cu	Mn	Zn	Na
Bloco	0,0 ^{ns}	0,5 ^{ns}	8,0 ^{ns}	34,03 ^{ns}	10,12 ^{ns}	2301 ^{ns}
Água (A)	3,37**	433,5 ^{ns}	24,0 ^{ns}	2,34 ^{ns}	0,37 ^{ns}	1145**
Resíduo (a)	0,0 ^{ns}	36,12 ^{ns}	8,0 ^{ns}	52,53 ^{ns}	8,0 ^{ns}	2308 ^{ns}
Potássio (K)	0,37 ^{ns}	54,0 ^{ns}	24,0 ^{ns}	41,34**	6,0 ^{ns}	8252**
Biofertilizante(B)	1,5 ^{ns}	37,5 ^{ns}	24,0 ^{ns}	0,093 ^{ns}	18,37*	2311**
A x K	9,37 ^{ns}	63,37 ^{ns}	24,0 ^{ns}	4,59 ^{ns}	9,37 ^{ns}	6309 ^{ns}
A x B	37,5*	234,37*	24,0 ^{ns}	2,34 ^{ns}	13,5 ^{ns}	2396**
K x B	1,5 ^{ns}	18,37 ^{ns}	24,0 ^{ns}	4,59 ^{ns}	9,37 ^{ns}	76,28 ^{ns}
A x K x B	37,5*	96,0*	24,0 ^{ns}	0,84 ^{ns}	13,5 ^{ns}	1550,44 ^{ns}
Resíduo (b)	7,41 ^{ns}	17,47 ^{ns}	8,0 ^{ns}	2,19 ^{ns}	3,64 ^{ns}	2089 ^{ns}
CV a (%)	0,0	7,52	141,42	31,43	15,08	17,73
CV b (%)	9,94	5,23	141,42	6,41	10,17	16,87
Média	27,38	79,88	2,0	23,06	18,75	2709,5

^{ns}: não significativo, *significativo a 5%, **significativo a 1%

Boro

Os teores de boro no tecido foliar do maracujazeiro amarelo (Figura 47) diferenciaram-se significativamente em função da interação água × potássio × biofertilizante. A aplicação do fertilizante orgânico de bovino no solo irrigado com água não salina e tratado com potássio revestido, reduziu o teor de B foliar de 31 mg kg⁻¹ até 26 mg kg⁻¹, decréscimo de 16,1 % em relação às plantas que não receberam biofertilização. O uso do insumo orgânico no solo com água salina e o potássio revestido atingiu o teor médio de 29 mg kg⁻¹ de B, incremento de 20,8 % sobre os tratamentos na ausência de biofertilizante, 24 mg kg⁻¹.

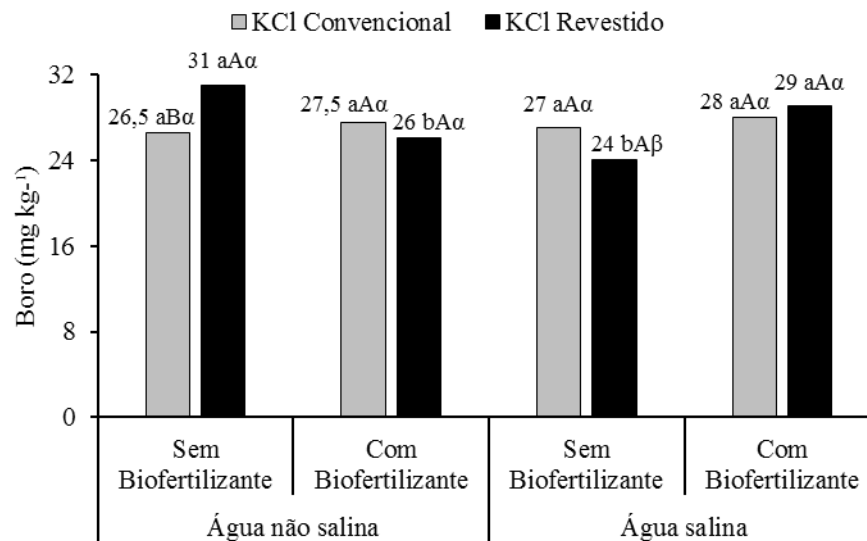


Figura 47. Teores de boro na matéria seca foliar do maracujazeiro amarelo, em função da salinidade da água, no solo sem e com biofertilizante e tipos de potássio.

Colunas com mesmas letras minúsculas não diferem quanto à ausência ou presença do biofertilizante dentro do mesmo tipo de potássio e água, maiúsculas quanto ao tipo de potássio na ausência ou presença de biofertilizante num mesmo tipo de água e com a mesma letra grega não diferem quanto ao tipo de água num mesmo tipo de potássio, na ausência ou presença de biofertilizante, por Tukey para $p \leq 0,05$.

Os tratamentos com potássio revestido, no solo sem biofertilizante irrigado com água não salina, diferenciou-se tanto para o tipo de potássio, como para o fator água (31 mg kg^{-1} de B), 17 % de superioridade em relação aos tratamentos com o potássio convencional, $26,5 \text{ mg kg}^{-1}$ e de 29,1 % sobre o solo irrigado com água salina (24 mg kg^{-1}). De acordo com Malavolta et al. (1997) estes teores estão abaixo dos recomendados para a cultura (40 a 50 mg kg^{-1}). Porém, Borges et al. (2002) os teores de B presentes nas folhas do maracujazeiro amarelo indicam que a cultura está adequadamente suprida ($27,9$ a $69,4 \text{ mg kg}^{-1}$). Carvalho et al. (2001) e Dias (2011) alertam que a adsorção de B no solo é dependente do pH edáfico. Dessa forma, acredita-se que os valores de pH da solução do substrato de 6,72 (Tabela 8) podem ter sido suficientes para promover a adsorção do B, reduzindo sua disponibilidade e acúmulo nos tecidos foliares das plantas de maracujazeiro amarelo.

Nascimento (2010) analisando os teores de B em um solo irrigado com água não salina na cultura do maracujazeiro amarelo, evidenciou redução de $31,9$ para $20,9 \text{ mg kg}^{-1}$ e de $19,3$ para $15,2 \text{ mg kg}^{-1}$, em solo com e sem adubação de NPK, respectivamente, em função de diferentes doses de biofertilizante. Menezes et al. (2012) obtiveram que os teores foliares de B aumentaram até $37,2$ e $35,8 \text{ mg kg}^{-1}$ nas doses máximas estimadas do insumo orgânico de $8,3$ e $8,6 \text{ L planta}^{-1}$, respectivamente. Freire et al. (2015) observaram que as plantas de

maracujazeiro irrigadas com água salina na ausência do biofertilizante tiveram um decréscimo de 53 % no teor de B no tecido foliar em relação às plantas que receberam o insumo orgânico.

A liberação paulatina do KCl revestido pode ter contribuído para a maior disponibilidade de B no solo e acúmulo foliar deste nutriente. Melo et al. (2007) observaram que os teores de boro foram superiores àqueles considerados ideais para a cultura do algodoeiro, em função do uso de adubos polimerizados, reduzindo pela metade a quantidade de nitrogênio e de fósforo utilizada na adubação, sendo uma alternativa viável para a rentabilidade da cultura, mantendo a produtividade e o adequado estado nutricional das plantas.

Ferro

Assim como o boro, os teores de ferro foliar (Figura 48) também obtiveram diferença estatística em função da interação biofertilizante \times potássio \times água. No solo com biofertilizante, potássio convencional e água não salina as plantas obtiveram teor médio de 83,5 mg kg⁻¹ de ferro na massa seca foliar, diferenciando-se tanto para o fator biofertilizante, como para o tipo de potássio. O incremento foi de 12,8 % em relação às plantas dos tratamentos sem biofertilizante (74,0 mg kg⁻¹) e de 16,7 % sobre as plantas adubadas com o fertilizante revestido (71,5 mg kg⁻¹).

As plantas cultivadas na ausência de biofertilizante, adubadas com potássio convencional e irrigadas com água salina (89,5 mg kg⁻¹), elevaram e, 14 % o teor de Fe²⁺ foliar em relação aos tratamentos com biofertilizante (78,5 mg kg⁻¹).

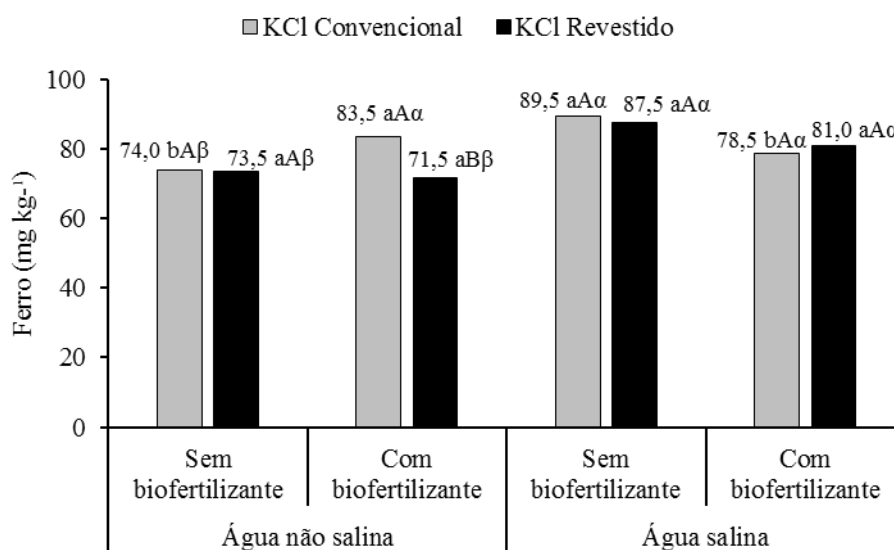


Figura 48. Teores de ferro na matéria seca foliar do maracujazeiro amarelo em função da salinidade da água, no solo sem e com biofertilizante e tipos de potássio.

Colunas com mesmas letras minúsculas não diferem quanto à ausência ou presença do biofertilizante dentro do mesmo tipo de potássio e água, maiúsculas quanto ao tipo de potássio na ausência ou presença de biofertilizante num mesmo tipo de água e com a mesma letra grega não diferem quanto ao tipo de água num mesmo tipo de potássio, na ausência ou presença de biofertilizante, por Tukey para $p \leq 0,05$.

A irrigação com água de $4,0 \text{ dS m}^{-1}$ promoveu aumento no teor foliar de ferro em todos os tratamentos, exceto nas plantas do solo irrigado com água não salina, tratado com biofertilizante e potássio convencional, que mesmo sem diferença significativa proporcionou acréscimo de 6,3 % em comparação às plantas dos tratamentos com água salina.

Sousa et al. (2012) trabalhando com a cultura do pinhão manso obteve incremento no teor de ferro (Fe^{2+}) até a condutividade elétrica da água de irrigação (Ceai) de $1,9 \text{ dS m}^{-1}$, porém, a partir desta CEai houve decréscimo. Dias (2011) não observou interferências significativas com o aumento da salinidade da água de irrigação sobre os teores de Fe^{2+} das plantas.

Estes resultados são baixos quando comparados aos teores de 120 a 200 mg kg^{-1} exigidos pela cultura (MALAVOLTA et al., 1997). Contudo indicam que sua absorção pode ter sido inibida pelo pH que variou de 6,53 a 6,92 (Tabela 8) e também pelo teor de P edáfico (Figuras 6 e 7). Segundo Dechen & Nachtigall (2006) e Abreu et al., (2007) com o aumento do pH o ferro passa para formas insolúveis (óxidos e hidróxidos) ocorrendo diminuição na sua solubilidade e disponibilidade às plantas. Afirmam também que a mobilidade do ferro na planta é afetada negativamente pelo elevado conteúdo de fósforo no solo na área de crescimento radicular das plantas. De acordo com Lindsey (1972) a solubilidade do Fe decresce, aproximadamente, mil vezes para cada unidade de aumento do pH do solo, na faixa de pH de 4 a 9.

Estes valores são marcadamente mais baixos em relação aos $104,7 \text{ mg kg}^{-1}$ encontrados por Nascimento (2010) para a mesma cultura irrigada com águas de 3,6 e $3,9 \text{ dS m}^{-1}$ e mais elevados do que os $55,78 \text{ mg kg}^{-1}$ obtidos por Freire et al. (2015) trabalhando com biofertilizante e águas de 0,5 e $4,5 \text{ dS m}^{-1}$.

Manganês

A adubação com potássio convencional propiciou incremento no teor médio de Mn^{2+} até $24,4 \text{ mg kg}^{-1}$ (Figura 49), superioridade de 12 % em relação as plantas do solo adubado com o fertilizante revestido ($21,8 \text{ mg kg}^{-1}$).

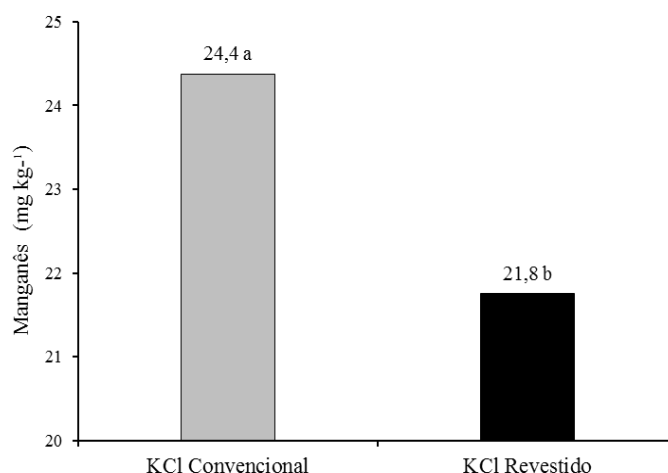


Figura 49. Teores de manganês na matéria seca foliar do maracujazeiro amarelo em função de tipos de potássio.

Apesar desse incremento, as plantas estavam com níveis de Mn^{2+} abaixo do recomendado por Malavolta et al. (1997) e Prado & Natale (2006) ao afirmarem que a faixa adequada à cultura varia de 40 a 250 mg kg⁻¹ e de 400 a 600 mg kg⁻¹ de manganês na matéria seca foliar do maracujazeiro amarelo, respectivamente.

Esta inferioridade pode ser devido a menor absorção de manganês em solos com pH próximos a neutralidade como o trabalhado nesta pesquisa com média de 6,72, ou pela textura arenosa do solo o que preconiza baixos teores nativos deste micronutriente (ABREU et al., 2007). Este nível de potencial hidrogeniônico pode ter auxiliado o KCl convencional no aumento da disponibilidade de Mn^{2+} em relação ao KCl revestido. Cavalcante et al. (2011) registraram ação positiva do cloreto de potássio convencional sobre a disponibilidade de manganês em solo cultivado com o maracujazeiro amarelo.

Zinco

A aplicação do biofertilizante estimulou a absorção e acumulação de Zn^{2+} nas folhas das plantas de maracujazeiro amarelo (Figura 50). O teor deste micronutriente elevou-se de 17,9 mg kg⁻¹ para 19,6 mg kg⁻¹ em função do uso do insumo orgânico, incremento de 9,5 %.

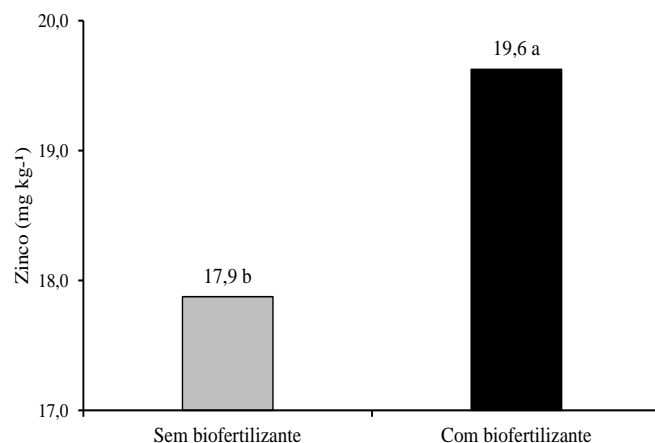


Figura 50. Teores de Zinco na matéria seca foliar do maracujazeiro amarelo cultivado na ausência e presença de biofertilizante.

Apesar da elevação nos teores de Zn^{2+} foliar com a aplicação do biofertilizante, estes indicam que as plantas estavam em níveis abaixo do indicado, uma vez que, conforme, Malavolta et al. (1997), a faixa adequada para o maracujazeiro amarelo situa-se entre 25 e 40 mg kg^{-1} .

Segundo Abreu et al. (2007), a maior disponibilidade de Zn^{2+} ocorre na faixa de pH 5,0 a 6,5, o que justifica os teores baixos de micronutriente, a textura arenosa do solo pode ter contribuído a diminuição do Zn^{2+} edáfico. A adubação fosfatada, realizada bimestralmente também pode ter afetado o Zn^{2+} do solo, pois os efeitos antagônicos entre Zn^{2+} e P se complicam ainda mais em valores de pH próximos da neutralidade como o observado nesta pesquisa (NOVAIS et al., 2007).

Comparativamente, os resultados são inferiores aos da amplitude de 40,43 a 43,41 mg kg^{-1} apresentada por Freire et al., (2015) e compatíveis à variação de 17,30 a 32,58 mg kg^{-1} registradas por Nascimento (2010) para a cultura com maracujazeiro amarelo, ambos irrigados com águas salinas e não salinas em solo com biofertilizante.

Sódio

No solo irrigado com água de 4,0 dS m^{-1} , na ausência de biofertilizante, as plantas apresentaram em média 5,5 g kg^{-1} de Na^{2+} , incremento de 918 % em relação às plantas do solo irrigado com água não salina, 0,54 g kg^{-1} . Nas plantas dos tratamentos com água salina e biofertilizante o teor médio de Na^{2+} foi de 4,29 g kg^{-1} , incremento de 741 % sobre as plantas do solo irrigado com água não salina. (0,51 g kg^{-1}).

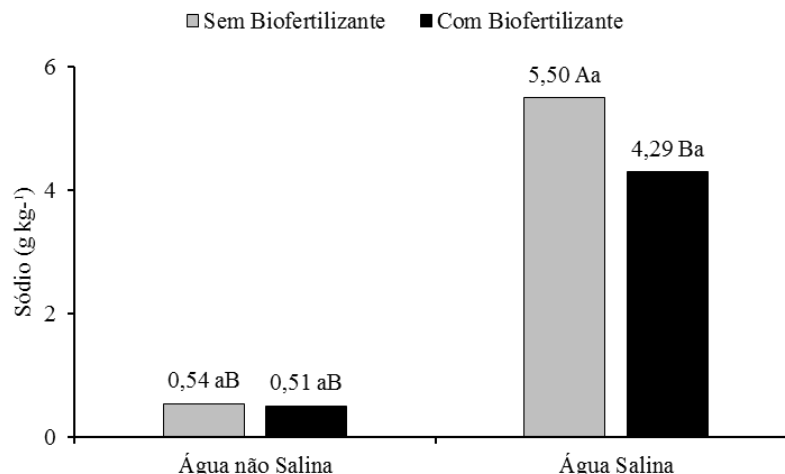


Figura 51. Teores de sódio na matéria seca foliar do maracujazeiro amarelo em função de irrigação com água não salina e salina, no solo sem e com biofertilizante.

Colunas com mesmas letras minúsculas não diferem quanto à ausência ou presença de biofertilizante num mesmo tipo de água e com mesma letra maiúscula não diferem quanto ao tipo de água na ausência ou presença de biofertilizante, por Tukey para $p \leq 0,01$.

O biofertilizante atenuou os efeitos da salinidade da água na matéria seca foliar do maracujazeiro em 28 % (4,29 g kg⁻¹), em comparação às plantas cultivadas na ausência da biofertilização, 5,5 g kg⁻¹.

Apesar do biofertilizante amenizar o efeito deletério do sódio, este nível ainda é considerado muito alto. Segundo Dias e Blanco (2010), teores acima de 2,5 g kg⁻¹ na matéria seca foliar podem provocar toxicidade por excesso deste elemento. Segundo Murungu et al. (2011) a utilização do biofertilizante proporciona melhores condições nas qualidades físicas, químicas e biológicas do solo, contribuindo para oferecer condições mais adequadas ao crescimento e absorção radicular.

Rocha e Rosa (2003), afirmam que a atividade das substâncias húmicas no solo proporcionam além de melhorias estruturais, maior capacidade de troca catiônica e fornecimento de nutrientes para o crescimento das plantas. De acordo com Canellas et al. (2008), nas plantas estas substâncias atuam facilitando a absorção de água e nutrientes, mantendo o turgor e o transporte de íons, além de aumentar a respiração e a velocidade de reações enzimáticas do ciclo de Krebs, resultando numa maior produção de ATP.

4.2.3 - Trocas gasosas das plantas

Com base no resumo da análise de variância pelo quadrado médio apresentado na Tabela 14, constata-se que as variáveis: concentração interna de CO₂ (C_i), condutância

estomática (G_s), taxa transpiratória (e) e fotossíntese líquida (A) do maracujazeiro amarelo medidas no início da floração não foram afetadas por nenhum dos fatores estudados.

Tabela 14. Resumos das análises de variância, pelo quadrado médio, referentes à concentração interna de CO_2 (C_i), condutância estomática (G_s) e taxa transpiratória (e) e fotossíntese líquida (A) do maracujazeiro amarelo no início da floração.

Fonte de variação	C_i	G_s	e	A
Bloco	556,2916 ^{ns}	0,0038 ^{ns}	5,2078 ^{ns}	42,2144 ^{ns}
Água (A)	4,1666 ^{ns}	0,000066 ^{ns}	0,0433 ^{ns}	1,0795 ^{ns}
Resíduo (a)	2182,542 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,2253 ^{ns}	2,8036 ^{ns}
Potássio (P)	1666,667 ^{ns}	0,0121 ^{ns}	1,2973 ^{ns}	7,2051 ^{ns}
Biofertilizante (B)	54,0 ^{ns}	0,0002 ^{ns}	0,1148 ^{ns}	0,0187 ^{ns}
A x P	2773,5 ^{ns}	0,0006 ^{ns}	0,0486 ^{ns}	8,5323 ^{ns}
A x B	468,1666 ^{ns}	0,0088 ^{ns}	0,552 ^{ns}	61,9209 ^{ns}
P x B	6144 ^{ns}	0,0011 ^{ns}	0,0864 ^{ns}	103,0447 ^{ns}
A x P x B	1700,167 ^{ns}	0,0037 ^{ns}	0,1568 ^{ns}	45,5126 ^{ns}
Resíduo (b)	1817,583 ^{ns}	0,0029 ^{ns}	0,3054 ^{ns}	32,9904 ^{ns}
CV a (%)	1400,591	1,578947 ^{ns}	6,328652	15,71525 ^{ns}
CV b (%)	1166,389	1,526316 ^{ns}	8,578652	184,9238 ^{ns}
Média	155,83	0,19	3,56	17,84

ns = não significativo.

Apesar de não ter ocorrido efeito significativo sobre a concentração interna de CO_2 (C_i), o valor médio de 155,83 $\mu\text{mol mol}^{-1}$ é considerado aceitável, pois valores elevados na C_i indicam que o CO_2 não está sendo utilizado adequadamente para a síntese de açúcares pelo processo fotossintético, com acúmulo deste gás, podendo algum fator não estomático estar interferindo nesse processo (LARCHER, 2006). Esta interferência pode ser causada por algum tipo de estresse, como o excesso de sais no solo (FREIRE, et al., 2014).

Com relação à condutância estomática (G_s), o valor médio de 0,19 $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ é considerado alto quando comparado aos resultados de Soares et al. (2013) em feijão caupi ao observaram redução de 9,61% a partir da G_s de 0,09 por incremento unitário da CEa de 0,9 a 4,5 dS. Freire et al. (2014) em maracujazeiro amarelo obtiveram variação da condutância estomática de 0,02 a 0,08 $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ em solo irrigado com água salina, protegido por cobertura morta e tratado com biofertilizante. Esta redução pode ser decorrente do efeito osmótico, associado ao acúmulo de sais no solo, e também da redução da condutividade hidráulica do sistema radicular, em função do aumento da suberização e lignificação dos tecidos vasculares das raízes de plantas sob estresse salino (NEVES et al., 2009).

O valor médio de $3,56 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ obtido para a taxa transpiratória (e) indica que as plantas não sofreram estresse demasiado aos efeitos degenerativos da salinidade, uma vez que os dados mostram que as plantas aparentemente não decresceram seu potencial hídrico radicular nem houve inibição da fotossíntese (SILVA, 2010). A concentração interna de CO_2 , condutância estomática e taxa transpiratória contribuíram para a fotossíntese líquida, que obteve valor médio de $17,84 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$.

Apesar de ser a média obtida de todos os tratamentos, o valor indica que o aumento da salinidade da água não danificou o aparelho fotossintético e que os demais fatores não interferiram na capacidade estomática das plantas de maracujazeiro amarelo. Contudo, distúrbios nas reações fotoquímicas causadas em glicófitas pelo estresse salino foram verificados por Chaum e Kirdmanee (2011) em arroz (*Oryza sativa*); Soares et al. (2013) em feijão caupi (*Vigna unguiculata* L.) e Freire et al. (2014) em maracujazeiro amarelo em águas de condutividades elétricas de 0,5 e 4,5 dS m^{-1} (*Passiflora edulis* Sims).

4.2.4 – Produção das plantas

Assim como na Tabela 14, as variáveis de produção (Tabela 15), não foram influenciadas pelos fatores estudados, exceto a massa média dos frutos (MMFRUT), onde o tipo de água utilizada na irrigação proporcionou efeito significativo.

Tabela 15. Resumos das análises de variância, pelo quadrado médio, referentes ao Número de Frutos por Planta (NFPLANT), Massa Média de Fruto (MMFRUT), Produção por Planta (PPLANTA) e Produtividade (PRODUT) do maracujazeiro BRS Gigante amarelo.

Fonte de variação	NFPLANT	MMFRUT	PPLANTA	PRODUT
Bloco	88,7994 ^{ns}	245,9433 ^{ns}	6,4194 ^{ns}	17,8389 ^{ns}
Água (A)	45,375 ^{ns}	2482,1531**	1,9097 ^{ns}	5,3068 ^{ns}
Resíduo (a)	227,7265 ^{ns}	11,028 ^{ns}	11,7066 ^{ns}	32,5315 ^{ns}
Potássio (K)	3,0104 ^{ns}	3,6571 ^{ns}	0,0975 ^{ns}	0,271 ^{ns}
Biofertilizante (B)	0,1666 ^{ns}	764,1968 ^{ns}	1,5785 ^{ns}	4,3864 ^{ns}
A x K	66,6666 ^{ns}	599,9933 ^{ns}	8,1287 ^{ns}	22,589 ^{ns}
A x B	19,2604 ^{ns}	24,6384 ^{ns}	0,3607 ^{ns}	1,0025 ^{ns}
K x B	15,0416 ^{ns}	10,1465 ^{ns}	1,4467 ^{ns}	4,0203 ^{ns}
A x K x B	243,8437 ^{ns}	506,1515 ^{ns}	4,4807 ^{ns}	12,4513 ^{ns}
Resíduo (b)	94,1206 ^{ns}	252,5739 ^{ns}	4,3348 ^{ns}	12,0461 ^{ns}
CV a (%)	419,617652	5,224311905	102,4199475	170,769
CV b (%)	173,430256	119,6522336	37,92475941	63,23412
Média	54,27	211,09	11,43	19,05

ns = não significativo; * significativo à 5%; ** significativo à 1%

O número de frutos por planta apresentou média de 54,27 frutos, este valor é considerado por Dias et al., (2012) como satisfatório para cultivo de maracujazeiro amarelo em diferentes níveis de condutividade elétrica da água e por Rebequi et al., (2011) em cultivo

de maracujazeiro amarelo sob diferentes dosagens de nitrogênio e potássio via solo e foliar, onde os valores médios variaram numa amplitude de 29,5 a 36,4 frutos planta.

A massa média de fruto do maracujazeiro amarelo (Figura 52) foi reduzida com o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação. Ao relacionar os valores de 221,26 e 200,92 g fruto⁻¹, nos tratamentos irrigados com água não salina e salina respectivamente, contata-se uma redução de 10,1 % na massa dos frutos quando as plantas são irrigadas com água de condutividade elétrica de 4,0 dS m⁻¹.

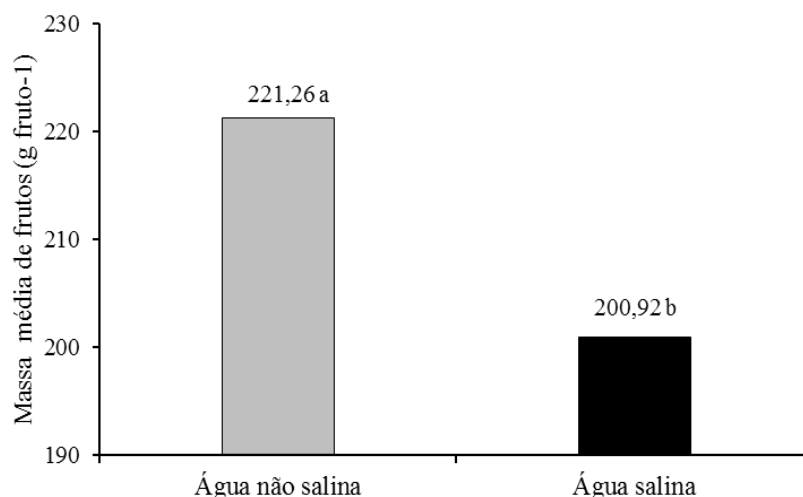


Figura 52. Massa média de fruto do maracujazeiro amarelo sob irrigação com água não salina e salina.

O valores médios obtidos em ambos os tratamentos são superiores aos 191,29 e 141,46 g fruto⁻¹ obtidos por Dias et al. (2012) em solo irrigado com águas de 0,5 e 4,5 dS m⁻¹. A produção por planta não foi influenciada por nenhum dos fatores em estudo. No entanto o valor médio de 11,43 kg planta⁻¹ é semelhante à variação de 15,56 e 11,56 kg planta⁻¹ obtida por Diniz et al. (2012) no solo irrigado com águas de 0,5 e 4,04 dS m⁻¹, respectivamente e adubado com NPK.

A produtividade média do maracujazeiro amarelo de 19,05 t ha⁻¹, está abaixo das 38,6 t ha⁻¹ na dose máxima de 42,86 g de superfosfato triplo/ cova⁻¹ (Santos et al., 2014). No entanto, este valor é superior à produtividade média das regiões Nordeste e Sudeste de 13,73 e 18,52 t ha⁻¹, respectivamente, sendo também superior à média nacional 14,16 t ha⁻¹ (IBGE, 2014).

5 - CONCLUSÃO

1. No solo estudado a irrigação, independentemente do tipo de água, elevou o caráter salino solo, mas manteve a PST em valores sem riscos de sodicidade.
2. As irrigações elevaram a salinidade do solo durante a estiagem e diminuíram com a lavagem do solo pelas águas das chuvas.
3. O biofertilizante contribuiu para o aumento dos teores de Mg^{2+} e Na^{+} na camada de 0-20 cm, P na camada de 21-40 cm, soma de bases trocáveis, acidez potencial ($H^{+} + Al^{3+}$), matéria orgânica e umidade do solo em ambas as camadas estudadas.
4. A adubação com potássio revestido proporcionou acréscimos nos teores de K^{+} , percentagem de saturação por bases e matéria orgânica do solo na camada de 21-40 cm, além do pH do extrato de saturação do solo no final da estação seca na camada de 21-40 cm e chuvosa 0-20 cm
5. O biofertilizante bovino inibiu a acumulação foliar de sódio pelo maracujazeiro amarelo.
6. O cloreto de potássio de liberação lenta estimulou o crescimento das plantas irrigadas com água salina.
7. O maracujazeiro BRS Gigante Amarelo, no início da floração, exceto em nitrogênio e potássio, estava deficiente nos demais macronutrientes e nos micronutrientes boro, ferro, manganês e zinco.

6 -REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, C. A.; LOPES, A. S.; SANTOS, G. C. G. Micronutrientes. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 645 - 736, 2007.
- AGUIAR, A. V. M. **Biofertilizante bovino na fertilidade, salinidade do solo, produção e qualidade de frutos de genótipos de maracujazeiro amarelo**. Areia. 2013, 144f. (Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água. Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba.
- AMER, K.H., Corn crop response under managing different irrigation and salinity levels. **Agricultural Water Manage.** v. 97, n. 2, p. 1553-1563, 2010.
- ALVAREZ, V. H. V.; NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F.; CANTARUTTI, R. B. & LOPES, A. S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P. T. G. & ALVAREZ V. V. H. **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. Cap.5, p.25–32, 1999.
- ARMAS, C.; PADILLA, F. M.; PUGNAIRE, F. I.; JACKSON, R. B. Hydraulic lift and tolerance to salinity of semiarid species: Consequences for species interactions. **Oecologia**, v.162, n. 1, p.11-21, 2010.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. N. **A qualidade da água na agricultura**. 2. Ed. Campina Grande: UFPB. 1999. 153 p. (Estudos FAO, Irrigação e drenagem, 29 revisado um).
- BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Características químicas do solo afetadas por métodos de preparo e sistemas de cultura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.21, n.1, p.105-112,1997.
- BENLLOCH-GONZALEZ, M.; ARQUERO, O; FOURNIER, J. M.; BARRANCO, D.; BENLLOCH, M. K⁺ starvation inhibits water-stress-induced stomatal closure. **Plant Physiology**, v. 165, n. 6, p. 623-630, 2008.
- BENBOUALI, E. H.; HAMOUDI, S. A. E. A.; LARICH, A. Short- term effect of organic residue incorporation on soil aggregate stability along gradient in salinity in the lower chelif plain (Algeria), **Africam Journal Agricultural Research**, v. 8, n. 19, p. 2144-2152, 2013.
- BENINCASA, M. M. **Análise do crescimento de plantas**. FUNEP: Jaboticabal, 2003. 42 p.
- BERNARDES, T. G.; SILVEIRA, P. M.; CARVALHO, M. T. M.; MADARI, B. E.; CARVALHO, M. C. S. Produtividade do feijoeiro irrigado em razão de fontes de adubo

nitrogenado estabilizado e de liberação controlada. **Revista Ceres**, v. 62, n. 6, p. 614-620, 2015.

BEZERRA, M. A. F.; PEREIRA W. E.; BEZERRA F. T. C.; CAVALCANTE L. F.; MEDEIROS A. S. S. Água salina e nitrogênio na emergência e biomassa de mudas de maracujazeiro amarelo. **Revista Agropecuária Técnica**, v. 35, n. 1, 150–160, 2014.

BLEY, H. **Liberação Nutrição de plantas e lixiviação de potássio de fertilizante revestido**. Porto Alegre. 2015. 68 f. (Dissertação Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água. Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

BÓCOLI, M. E. **Biofertilizante de dejetos suínos na fertilidade do solo e na produtividade de milho**. Alfenas. 2014. 46 f. (Dissertação Mestrado) Programa de Pós Graduação em Sistemas de Produção na Agropecuária, Universidade José do Rosário Vellano.

BONO, J.A.M.; RODRIGUES A.P.D.C.; MAUAD, M.; ALBUQUERQUE, J.C.; YAMAMOTO C.R.; CHERMOUTH, K.S.; FREITA, M.E. Modo de aplicação de fertilizantes nitrogenados na qualidade fisiológica de sementes de milho. **Revista Agrarian**, v.1, n.2, p.91-102, 2008.

BORGES, A. L. **Nutrição mineral, calagem e adubação do maracujazeiro irrigado**. Cruz das Almas: Embrapa, 2002, 8p. (Circular Técnica 50).

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Levantamento exploratório e conhecimento de solos do Estado da Paraíba**. Rio de Janeiro: MA/CONTAP/USAIDSUDENE, 1972. 670p. (Boletim Técnico, 15).

BREHM, M. A. S.; LEITE, E. M.; DINIZ, A. A.; CAVALCANTE, L. F.; OLIVEIRA, F. A.; REBEQUI, A. M. Ácido sulfúrico e gesso agrícola na redução da sodicidade. In: **Fertbio**, Londrina, 2008. p. 1-4.

CAMPOS, V. B. **Comportamento do maracujazeiro-amarelo em solo com potássio, biofertilizante e cobertura morta**. Areia. 2006. 70f. (Trabalho de conclusão de curso). Graduação em Agronomia. Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba.

CAMPOS, V. B. **Crescimento inicial do maracujazeiro amarelo em solo sódico com biofertilizante**. Areia. 2009. 52f. (Dissertação Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água. Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba.

CANELLAS, L. P.; ZANDONADI, D. B.; OLIVARES, F. L; FAÇANHA, A. R. Efeitos fisiológicos de substâncias húmicas – O estímulo às H⁺-ATPases. In: FERNANDES, M. S. (Ed.) **Nutrição Mineral de Plantas**, Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Cap. 7, p.175-200, 2006.

CANELLAS, L. P.; TEIXEIRA JUNIOR, L. R. L.; DOBBSS, L. B.; SILVA, C. A.; MÉDICI, L. O.; ZANDONADI, D. B.; FAÇANHA, A. R. Humic acids crossinteractions with root and organic acids, **Annals Applied Biology**, v. 153, n. 1, p. 157–166, 2008.

CARMONA, F. C.; ANGHINONI, I.; MEURER, E. J.; HOLZSCHUH, M. J.; FRAGA, T. I. Estabelecimento do arroz irrigado e absorção de cátions em função do manejo da adubação potássica e do nível de salinidade no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 2, p.371-383, 2009.

CARVALHO, A. J. C.; MONNERAT, P. H.; MARTINS, D. P.; BERNARDO, S.; SILVA, J. A. Teores de nutrientes foliares no maracujazeiro-amarelo associados à estação fenológica, adubação potássica e lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 23, n. 2, p. 403-408, 2001.

CAVALCANTE, L. F.; LIMA, E. M.; CAVALCANTE, Í. H. L. **Possibilidade do uso de água salina no cultivo do maracujazeiro amarelo**. Areia: Editoração gráfica Dinis, 2001, 42 p.

CAVALCANTE L. F.; SANTOS G. D.; OLIVEIRA F. A.; CAVALCANTE I. H. L.; GONDIM S. C.; CAVALCANTE M. Z. B. Crescimento e produção do maracujazeiro amarelo em solo de baixa fertilidade tratado com biofertilizantes líquidos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 2, n. 1, p. 15-19, 2007.

CAVALCANTE, L. F. **Sais e seus problemas nos solos irrigados**. Areia: DSER/CCA/UFPB. 2000, 71p.

CAVALCANTE, L. F.; SANTOS, J. B.; SANTOS, C. J. O.; FEITOSA FILHO, J.A.; LIMA, E. M.; CAVALCANTE, I. H. L. Germinação de sementes e crescimento inicial de maracujazeiros irrigados com água salina em diferentes volumes de substrato. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 748-751. 2002.

CAVALCANTE, L. F.; COSTA, J. R. M.; OLIVEIRA, F. K. D.; CAVALCANTE, I. H. L.; ARAÚJO, F. A. R. Produção do maracujazeiro-amarelo irrigado com água salina, em covas protegidas contra perdas hídricas. **Irriga**, v. 10, n. 3, p. 229-240, 2005.

CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANTE, I. H. L. Uso de água salina na agricultura. In: CAVALCANTE, L. F.; LIMA, E. M. (Ed). **Algumas frutíferas tropicais e a salinidade**. Jaboticabal: Funep, Cap. 1, p. 1-17, 2006.

CAVALCANTE, L. F.; SOUSA, G. G.; GONDIM, S. C.; FIGUEIREDO, F. L.; CAVALCANTE, Í. H. L.; DINIZ, A. A. Crescimento inicial do maracujazeiro amarelo manejado em dois substratos irrigados com água salina. **Irriga**, v. 14, n. 4, p. 504-517, 2009.

CAVALCANTE, L. F.; RODRIGUES, A. D.; DINIZ, A. A.; FERNANDES, P. D.; NASCIMENTO, J.; OLIVEIRA, F. Micronutrientes e sódio num solo cultivado com maracujazeiro amarelo, com a aplicação de biofertilizante supermagro e potássio. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, n. 3, p. 376-382, 2011.

CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANTE, I. H. L.; RODOLFO JUNIOR, F. R.; CAVALCANTE, M. Z. B.; SANTOS, G. P. Leaf-Macronutrient Status and Fruit Yield of Biofertilized Yellow Passion Plants. **Journal of Plant Nutrition**, Londres, v. 35, n. 2, 176-191, 2012.

CAVALCANTE, L. F.; VIEIRA, M. S.; SANTOS, A. F.; OLIVEIRA, W. M.; NASCIMENTO, J. A. M. Água salina e esterco bovino líquido na formação de mudas de goiabeira cultivar paluma. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 01, p. 251-261, 2010.

CAVALCANTI, J. C. P (Coord.). **Recomendações de adubação para o estado do Pernambuco (2ª aproximação)**. 3. ed. Recife: Instituto Agronômico Pernambuco-IPA, 2008. 212 p.

CHA-UM, S.; KIRDMANEE, C. Remediation of salt-affected soil by the addition of organic matter: an investigation into improving glutinous rice productivity. **Scientia Agricola**. v. 68, n. 4, p. 406-410, 2011.

CHAVES, L. H. G.; CHAVES, I. B.; SILVA, P. C. M.; VASCONCELOS, A. C. F. Variabilidade de propriedades químicas do solo aluvial da Ilha de Picos, Pernambuco. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 6, n. 1, p. 13-19, 2006.

COELHO, J.B.M.; BARROS, M.F.C.; BEZERRA NETO, E.; CORREA, M.M. Comportamento hídrico e crescimento do feijão vigna cultivado em solos salinizados. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.4, p.379–385, 2013.

COSTA, D. M. A.; MELO, H. N. S.; FERREIRA, S. R. Influência da salinidade na taxa de evaporação da água. **HOLOS**, Ano 22, dezembro, p. 4-10, 2006.

COSTA, A. F. S.; ALVES, F. L.; COSTA, A. N. Plantio, Formação e Manejo da Cultura do Maracujá. In: COSTA, A. F. S.; COSTA, A. N. (Eds.). **Tecnologias para a produção de maracujá**. Vitória: INCAPER, Cap. 2, p. 23-53, 2005.

COSTA, M.; PIVETTA, L.; STEINER, F.; COSTA, L.; CASTOLDI, G.; GOBBI, F. Atributos químicos do solo sob plantio direto afetado por sistemas de culturas e fontes de adubação - **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, n. 4, p. 579-584, 2011.

COSTA, J. D. **Doses de gesso e biofertilizante na redução da salinidade de um solo salino-sódico e crescimento inicial de Girassol**. Catolé do Rocha. 2012. 37f. (Trabalho de

Conclusão de Curso). Graduação em Ciências Agrárias. Centro de Ciências Agrárias e Exatas. Universidade Estadual da Paraíba.

COSTA, M. E.; MORAIS, F. A. DE; SOUZA, W. C. M. DE; GURGEL, M. T. E OLIVEIRA, F. H. T. de. Estratégias de irrigação com água salina na mamoneira. **Revista Ciência Agronômica**. v. 44, n.1, p. 34-43, 2013.

CRETTON, V. C. **Adubação potássica para a goiabeira (*Psidium guajava* L.) em formação na região Norte Fluminense**. Campos dos Goytacazes. 2006. 70f. (Dissertação Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal. Universidade Estadual do Norte Fluminense.

DANTAS, T. A. G. **Redução de perdas hídricas do solo com biofertilizantes e cultivado com pimentão**. Areia, 2013, 70f. (Tese Doutorado) Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba.

DANTAS, K. A.; FIGUEIREDO, T. C.; MESQUITA, E. F.; SÁ, F. V. S.; FERREIRA, N. M. Substratos e doses de biofertilizante bovino na produção de mudas de Aceroleira. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. v. 9, n. 1, p. 157-162, 2014.

DAVIS R. M; SUBBARAO K. V; RAID R. N; KURTZ E. A. **Compendium of lettuce diseases**. California: Academic Press. 1997, 79p.

DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. Micronutrientes. In: FERNANDES, M. S. (Ed.) **Nutrição Mineral de Plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Cap. 13,. p. 327-374, 2006

DIAS, T. J. **Biofertilizante bovino e salinidade da água de irrigação no comportamento vegetativo e produtivo do maracujazeiro amarelo**. Areia. 2011. 173f. (Tese Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba.

DIAS T. J.; CAVALCANTE L. F.; NUNES, J. C.; FREIRE J. L. O; NASCIMENTO, J. A. M. Qualidade física e produção do maracujá amarelo em solo com biofertilizante irrigado com águas salinas. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, suplemento 1, p. 2905-2918, 2012.

DIAS T. J.; CAVALCANTE L. F.; PEREIRA, W. E.; FREIRE J. L. O; SOUTO, A. G. L. Irrigação com água salina em solo com biofertilizante bovino no crescimento do maracujazeiro amarelo. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 4, p. 1639- 1652, 2013.

DIAS, N. S.; BLANCO, F. F. Efeitos dos sais no solo e na planta. In: GHEYI, H.R.; DIAS, N. S.; LARCERDA, C. F. (Eds.). **Manejo da salinidade na agricultura**: Estudos básicos e aplicados. Fortaleza: INCTSal. Parte III. Cap. 9, p. 129 - 141, 2010.

DINIZ, A. A. **Aplicação de condicionantes orgânicos do solo e nitrogênio na produção e qualidade do maracujazeiro amarelo**. Areia: 2009. 98f. (Tese Doutorado) Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba.

DINIZ, A. A.; CAVALCANTE, L. F.; REBEQUI, A. M.; NUNES, J. C. E BREHM, M. A. S. Esterco líquido bovino e uréia no crescimento e produção de biomassa do maracujazeiro amarelo. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 3, p. 597-604, 2011.

DINIZ, A. A.; CAVALCANTE, L. F.; MENDONÇA, R. M. N.; NASCIMENTO, J. A. M.; LIMA, E. M.; MEDEIROS, R. Composição Mineral das Plantas. In: CAVALCANTE, L. F. (Ed.) **O Maracujazeiro Amarelo e a Salinidade da Água**. João Pessoa. Sal da Terra. Cap. 6, p. 255-310, 2012.

DINIZ, B. L. M. T.; DANTAS, T. A. G.; MACÊDO, J. P. S.; SANTOS, G. P.; SANTOS, C. J. O.; CAVALCANTE, L. F.; ANDRADE, R. Componentes de Produção. In: CAVALCANTE, L. F. (Ed.) **O Maracujazeiro Amarelo e a Salinidade da Água**. João Pessoa. Sal da Terra. Cap. 4, p. 153-209, 2012.

DINIZ NETO, M. A.; SILVA, I. F.; CAVALCANTE, L. F.; DINIZ, B. L. M. T.; SILVA, J. C. A.; SILVA, E. C. Mudanças de oiticica irrigadas com águas salinas no solo com biofertilizante bovino e potássio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 1, p. 10-18, 2014.

DRUMOND, M. A.; SANTOS, C. A. F.; OLIVEIRA, V. R.; MARTINS, J. C.; ANJOS, J. B.; EVANGELISTA, M. R. V. Desempenho agrônomo de genótipos de pinhão manso no Semiárido Pernambucano. **Ciência rural**, v.40, n.1, p.44-47, 2010.

DU, C.; ZHOU, J.; SHAVIV, A. Release characteristics of nutrients from polymer-coated compound controlled release fertilizers. **Journal of Polymers and the Environment**. v.14, n. 2, p.223-230, 2006.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2ª ed. rev. ampl. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. 627 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise do solo**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, Documentos 132, 2011. 230 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos** 2ª ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. 306p.

FREIRE, J. L. O. **Crescimento e desenvolvimento de maracujazeiro amarelo sob salinidade e uso de biofertilizante e cobertura**. Areia. 2011. 185f. (Tese Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba.

FREIRE, J. L. O.; CAVALCANTE, L. F.; DIAS, T. J.; DANTAS, M. M. M.; MEDEIROS, L. P. M.; AZEVEDO, T. A. O. Teores de micronutrientes no solo e no tecido foliar do maracujazeiro amarelo sob uso de atenuantes do estresse salino. **Agropecuária Técnica**, v. 36, n. 1, p. 65-81, 2015.

FREIRE, J. L. O.; DIAS, T. J.; CAVALCANTE, L. F.; FERNANDES, P. D.; LIMA NETO, A. J. Rendimento quântico e trocas gasosas em maracujazeiro amarelo sob salinidade hídrica, biofertilização e cobertura morta. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 1, p. 82-91, 2014.

FREIRE, M. B. G. S.; FREIRE, F. J. Fertilidade e seu manejo em solos afetados por sais. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Eds.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 2. Cap.16, p.929-954, 2007.

FURLANETO, F. P. B.; MARTINS, A. N.; ESPERANCINI, M. S. T.; VIDAL, A. A.; OKAMOTO, F. Custo de produção do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. esp., p. 441-446, 2011

FURTINI NETO, A. E.; VALE, F. R.; RESENDE, A. V.; GUILHERME, L. R. G.; GUEDES, G. A. A. **Fertilidade do Solo**, Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 252 p.

GLAESER, L. C.; VITT, S. E. Responses of the wetland grass, *Beckmannia syzigachne*, to salinity and soil wetness: Consequences for wetland reclamation in the oil sands area of Alberta, Canada. **Ecological Engineering**, v. 86, n. 1, p. 24-30, 2016.

GALBIATTI, J. A.; SILVA, F. G.; FRANCO, C. F.; CAMELO, A. D. Desenvolvimento do feijoeiro sob o uso de biofertilizante e adubação mineral. **Engenharia Agrícola**, v.31, n.1, p.167-177, 2011.

GALVÃO, D. C. **Estratégia de uso de água salina na irrigação do milho AG 1051**. Mossoró. 2013. 63f. (Dissertação Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Irrigação e Drenagem. Universidade Federal Rural de Semiárido.

GARCIA, O. G.; MARTINS FILHO, S.; REIS, E. F.; MORAES, W. B.; AZEVEDO NAZÁRIO, A. Alterações químicas de dois solos irrigados com água salina. **Revista Ciência Agronômica**, v. 39, n. 1, p. 7-18, 2008.

GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. **Manejo da Salinidade na Agricultura: Estudos Básicos e Aplicados**. Fortaleza: INCTsal, 2010. 472 p.

GONÇALVES, I. V. C. **Atributos químicos de Neossolo Flúvico do Semiárido de Pernambuco cultivado com tomateiro irrigado com águas salinas.** Recife. 2010. 70f. (Dissertação Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal Rural de Pernambuco.

GONÇALVES, I. V. C.; FREIRE, M. B. G. S.; SANTOS, M. A.; SANTOS, E. R.; FREIRE, F. J. Alterações químicas de um Neossolo Flúvico irrigado com águas salinas. **Revista Ciência Agronômica.** v.42, n.3, p. 589-596, 2011.

GONÇALVES, I. Z.; GARCIA, G.O.; RIGO, M. M.; REIS, E. F.; TOMAZ, M. A. Relação entre potássio e sódio no solo após aplicação de esgoto doméstico tratado. **INOVAGRI, Internacional Meeting & IV WINOTEC – Workshop Internacional de Inovações Tecnológicas na Irrigação**, 2012, p. 1-5.

GONDIM, S. C. **Insumos orgânicos e qualidade da água no maracujazeiro amarelo e na fauna edáfica.** Campina Grande. 2010. 178f. (Tese Doutorado) Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais. Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Universidade Federal de Campina Grande.

GONZÁLEZ, L. C.; PRADO, M. R.; SELVA, P. E.; CAIONE, G.; HERNÁNDEZ, A. R. Uso de torta de filtro enriquecida com fosfato natural e biofertilizantes em Latossolo Vermelho distrófico. **Revista Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 44, n. 2, p. 135-142, 2014.

GRATTAN, S. R.; GRIEVE, C. M. Salinity-mineral nutrient relation in horticultural crops. **Scientia Horticulturae**, v. 78, n. 1, p. 127 – 157, 1999.

GUARESCHI, R. F.; GAZOLLA, P. R.; PERIN, A.; SANTINI, J. M. K. Adubação antecipada na cultura da soja com superfosfato triplo e cloreto de potássio revestidos por polímeros. **Ciência e Agrotecnologia.** v. 35, n. 2, p. 643-648, 2011.

GURGEL, M. T.; GHEYI, H. R.; OLIVEIRA, F. H. T. Acúmulo de matéria seca e nutriente em meloeiro produzido sob estresse salino e doses de potássio. **Revista Ciência Agronômica.** v. 41, n. 2, p. 18-28, 2010.

HAFLE, O. M.; RAMOS, J. D.; ARAÚJO NETO, S. E.; MENDONÇA, V. Rentabilidade econômica do cultivo do maracujazeiro-amarelo sob diferentes podas de formação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, n.32, v.4, p.1082-1088, 2010.

HOLANDA, J. S.; AMORIM, J. R. A.; FERREIRA NETO, M.; HOLANDA, A. C. Qualidade da Água para Irrigação. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F (Eds.). **Manejo da Salinidade na Agricultura: Estudos Básicos e Aplicados.** Fortaleza: INCTSal. Parte I. Cap. 1, p. 43-61, 2010.

HOLANDA FILHO, R. S. F.; SANTOS, D. B.; AZEVEDO, C. A. V.; COELHO, E. F.; LIMA, V. L. A. Água salina nos atributos químicos do solo e no estado nutricional da mandioca. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.1, p.60–66, 2011.

HOLTHUSEN, D.; PETH, S.; HORN, R.; Impact of potassium concentration and matric potential on soil stability derived from rheological parameters. **Soil & Tillage Research**, v. 111, n. 2, p. 75-85, 2010.

HOLTHUSEN, D.; REEB, D; HORN, R. Influence of potassium fertilization, water and salt stress, and their interference on rheological soil parameters in planted containers. **Soil & Tillage Research**, v. 125, n. 1, p. 72-79, 2012.

INSTITUTO DE TERRAS E PLANEJAMENTO AGRÍCOLA DO ESTADO DA PARAÍBA – INTERPA. Mesorregião do Agreste Paraibano; Microrregião do Curimataú Ocidental. Portaria/GAB/PRESI/Nº 010/08. **Diário Oficial**, Cabedelo, 2008.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Rio de Janeiro. **Produção** (2014). Disponível em <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric/>. Acesso em 10 out. 2015.

JIANG, J.; HUO, Z. L.; FENG, S. F.; ZHANG, C. B.; Effect of irrigation amount and water salinity on water consumption and water productivity of spring wheat in North-west China. **Field Crop Research**, v. 137, n. 2, 78-88, 2012.

KANG, C. K.; TSAI, H. J.; LIU, C. C.; LEE, T. H.; HWANG, P. P. Salinity-dependent expression of a Na^+ , K^+ , 2Cl^- co-transporter in gills of the brackish medaka *Oryzias dancena*: a molecular correlate for hyposmoregulatory endurance. **Comparative Biochemistry Physiology**, v. 157, n. 1, p. 7-18, 2010.

KANO C.; CARDOSO, A. I. I; VILLAS BÔAS, R. L. Influência de doses de potássio nos teores de macronutrientes em plantas e sementes de alface. **Horticultura Brasileira**, v.28, n. 2, p. 287-291, 2010.

KOROPCHAK, S.; VITT, D. H., Survivorship and growth of *Typha latifolia* L. across a NaCl gradient: a greenhouse study. **Int. J. Min. Reclamation and Environment**, v. 27, n. 2, p. 143-150, 2012.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. 1ª ed. São Carlos: Rima, 2006. 531 p.

LEAL, A. J. F.; VALDERRAMA, M.; KANEKO, F. H.; LEAL, U. A. S.; PERIN, A.; LUCHESE, K. U. O. Produtividade da soja de acordo com diferentes doses de cloreto de potássio revestido ou não com polímeros. **Global Science Technology**, v.8, n.1, p. 19-30, 2015.

LEMES, R. L. **Biofertilizante na produção de alfafa e atributos químicos do solo.** Araçatuba. 2012. 53 f. (Dissertação Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. Faculdade de Medicina Veterinária. Universidade Estadual Paulista.

LIMA, A. S. **Alterações nas propriedades químicas e físicas de dois solos submetidas à lâminas crescentes de irrigação.** Mossoró. 2011. 77f. (Dissertação Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Irrigação e Drenagem. Universidade Federal Rural do Semiárido.

LIMA NETO, A. J.; DANTAS, T. A. G.; CAVALCANTE, L. F.; DIAS, T. J.; DINIZ, A. A. Biofertilizante bovino, cobertura morta e revestimento lateral dos sulcos na produção de pimentão. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 26, n. 3, p. 1-8, 2013.

LINDSAY, W. L. Inorganic Phase Equilibria of Micronutrients in Soil. In: MORTVEDT, J. J.; GIORDANO, P. M.; LINDSAY, W. L. (Eds.) **Micronutrients in agriculture.** Madison, Soil Science Society of America, Cap. 2, p.41-57, 1972.

LINHARES, P. S. F.; ALVES, R. C.; MEDEIROS, A. M. A.; LIMA, L. A.; BEZERRA, F. M. S.; CAVALCANTE, A. L. G.; OLIVEIRA, F. A. Alterações químicas no Argissolo cultivado com berinjela irrigada com água salina. **Revista Agropecuária Científica no Semiárido**, v.8, n.3, p 07-19, 2012.

LOPES, A. S. Mineralogia do potássio em solos do Brasil. In: **Simpósio sobre Potássio na Agricultura Brasileira**, Londrina, 1982. p.51-65.

LOURENZI, C. R. **Atributos químicos após dezenove aplicações de dejetos líquidos de suínos em argissolo sob plantio direto.** Santa Maria. 2010. 55f. (Dissertação Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo. Universidade Federal de Santa Maria.

LUCHESI, K. U. O.; LEAL, A. J. F.; KANEKO, F. H.; VALDERRAMA, M.; SEVERINO, U. A. **Resposta da cultura da soja a doses de cloreto de potássio, revestido ou não com polímeros.** XXXIII CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO. Uberlândia-MG, 2011.

MAHMOUD A. A.; MOHAMED H. F. Impact of biofertilizers application on improving wheat (*Triticum aestivum* L.) resistance to salinity. **Research Journal of Agriculture and Biological Sciences**, v. 4, n. 5, p. 520-528, 2008.

MALAVOLTA E. **Elementos de nutrição mineral de plantas.** São Paulo: Agronômica Ceres. 1980, 251p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do Estado Nutricional das Plantas. Princípios e aplicações.** Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato - POTAFOS, 1997, 319p.

MALASH, N. M.; FLOWERS, T. J.; RAGAB, R., Effect of irrigation methods, management and salinity of irrigation water on tomato yield, soil moisture and salinity distribution. **Irrigation Science**, v. 26, n. 4, p.313-323, 2010.

MAPA, 2010. Ministério da agricultura e pecuária e abastecimento. **Agrofit**. (<http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofitcons/principalagrofitcons>), acesso: 26/11/2015.

MARSCHNER'S, P. **Mineral Nutrition of Higher Plants** 3ª Ed. School of Agriculture, Food and Wine, Sydney, 2012, 656 p.

MARIANO, E.; COSTA, H. T.; CORRALES, R. A. F.; VITTI, G. C. **Adubos e Adubação**. Revisão de literatura. Escola superior de agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2011, 36 p.

MARQUES, D. J; BROETTO, F. SILVA, E. C. Alterações na produção e no monitoramento da condutividade elétrica do solo em plantas de Beringela cultivadas sobre condições de estresse salino. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 2, p. 377-385, 2010.

MELETTI, L. M. M. Avanços na cultura do maracujá no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. esp., p. 83-91, 2011.

MELLEK, J. E.; DIECKOW, J.; SILVA, V. L.; FAVARETTO, N.; PAULETTI, V.; VEZZANI, F. M.; SOUZA, J. L. M. Dairy liquid manure and no-tillage: Physical and hydraulic properties and carbon stocks in a Cambisol of Southern Brazil. **Soil & Tillage Research**, v. 110, n. 2, p. 1-8, 2010.

MELO, L. A. F.; SILVA, D. S.; CARNEVALE, A. B.; CABACINHA, C. D.; CUNHA, S. C. Adubos polimerizados podem reduzir a adubação nitrogenada e fostatada no algodoeiro. **VI Congresso Brasileiro do Algodão**, Foz do Iguaçu, 2007, p. 1-4.

MENEZES, E. M.; CAVALCANTE, L. F.; MESQUITA, F. O.; CAMPOS, V. B.; DANTAS, T. A. G. Composição mineral do maracujazeiro amarelo em resposta ao biofertilizante bovino e cloreto de potássio no solo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.7, n.2, p. 260-268, 2012.

MESQUITA, F. O.; CAVALCANTE, L. F.; PEREIRA, W. E.; REBEQUI, A. M.; LIMA NETO, A. J.; NUNES, J. C. Produção de mudas de maracujazeiro amarelo submetidas à salinidade em solo com biofertilizante bovino. **Revista Ciencia del Suelo**, v. 30, n. 1, p. 31-41, 2012.

MEURER, E. J.; RHEINHEIMER, D.; BISSANI, C. A. Fenômenos de sorção em solos. In: MEURER, E. J. (Ed.) **Fundamentos de Química do Solo**. 3.ed. Porto Alegre: Cap. 6, p.117-162, 2006.

MIRANDA, M. A.; OLIVEIRA, E. E. M.; SANTOS, K. C. F.; FREIRE, M. B. G. S.; ALMEIDA, B. G. Condicionadores químicos e orgânicos na recuperação de solo salino-sódico em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.5, p. 484-490, 2011.

MORAIS, F. A.; GURGEL, M. T.; OLIVEIRA, F. H. T.; MOTA, A. F. Influência da irrigação com água salina na cultura do girassol. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 2, p. 327-332, 2011.

MOREIRA, C. V.; JOÃO, C. L.; CASSANJE, S. B.; CANDA, D. M.; SILVA, S. O. Propagação do maracujazeiro amarelo em recipiente de poliestireno sob diferentes substratos. **Revista Magistra**, v. 27, n.1, p. 63-72, 2015.

MURRAY, L.; CLAPP, C. Current fertilizer salt index tables are misleading. **Communications in soil science and plant analysis**. v. 35, n. 20, p. 2867-2873, 2004.

MURUNGU, F. S.; CHIDUZA, C.; MUCHAONYERWA, P.; MNKENI, P. N. S. Mulch effects on soil moisture and nitrogen, weed growth and irrigated maize productivity in a warm-temperate climate of South Africa. **Soil & Tillage Research**, v. 112, n. 1, p. 58-65, 2011.

NACHTIGALL, G. R.; RAIJ, B. van. Análise e interpretação do potássio no solo. In: YAMADA, T.; ROBERTS, T.L. (Eds.). **Potássio na agricultura brasileira**. Piracicaba: POTAFOS. Cap. 4, p.93-118, 2005.

NASCIMENTO, J. A. M. **Respostas do maracujazeiro amarelo e do solo com biofertilizante bovino irrigado com água salina de baixa e alta salinidade**. Areia. 2010. 101f. (Dissertação Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água. Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba.

NASCIMENTO J. A. M.; CAVALCANTE L. F.; LIMA NETO A. J.; BECKMANN-CAVALCANTE, M. Z.; MESQUITA F. O.; REBEQUI A. M.; RODRIGUES R. M.; SANTOS J. B. Formação de mudas. In: CAVALCANTE L. F. (Ed.). **O maracujazeiro amarelo e a salinidade da água**. João Pessoa: Sal da Terra. Cap. 2, p. 69 - 95, 2012a.

NASCIMENTO, J. A. M.; CAVALCANTE, L. F.; DANTAS, S. A. G.; SILVA, S. A.; DIAS, T. J. Fertilidade de solo cultivado com maracujazeiro sob adubação organo-mineral e irrigação com água salina. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 2, p. 184-192, 2012b.

NASCIMENTO J. A. M.; CAVALCANTE L. F.; DANTAS, S. A. G.; MEDEIROS, S. A. S.; DIAS, T. J. Biofertilizante e adubação mineral na qualidade de frutos de maracujazeiro irrigado com água salina. **Irriga**, v. 20, n. 2, p. 220-232, 2015.

NEVES, A. L. R.; LACERDA, C. F. de; GUIMARÃES, F. V. A.; GOMES FILHO, E.; FEITOSA, D. R. C. Trocas gasosas e teores de minerais no feijão-de-corda irrigado com água salina em diferentes estádios. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, sup. p.873-881, 2009.

NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B. NEVES, J. C. L. **Fertilidade do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007, 1017 p.

NUNES, J. C.; CAVALCANTE, L. F.; LIMA NETO, A. J.; SILVA, J. A.; SOUTO, A. G. L.; ROCHA, L. F. Humitec® e cobertura morta do solo no crescimento inicial da goiabeira cv. ‘Paluma’ no campo. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 8, n. 1, p. 89-96, 2014.

PATIL, N. M. Biofertilizer effect on growth, protein and carbohydrate content in stevia rebaudiana var bertonii. **Recent Research in Science and Technology**. v. 2, n. 2, p. 42-44, 2010.

PAIVA, A. S.; MEDEIROS, J. F.; CASTRO FILHO, M. C.; ALVES, L. P.; SARMENTO, D. H.; SILVA JÚNIOR, M. J. Salinidade e reação do solo numa área cultivada com melão sob mulch e irrigado com águas de diferentes níveis de sais. **Caatinga**, v. 17, n. 1, p. 57-63, 2004.

PESSOA, L. G. M.; OLIVEIRA, E. E. M.; FREIRE, M. B. G.S.; FREIRE, F. J.; MIRANDA, M. A.; SANTOS, R. L. Composição química e salinidade do lixiviado em dois solos cultivados com cebola irrigada com água salina. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 3, p. 406-412, 2010.

PERVEZ, H.; ASHRAF, M.; MAKHDUM, M. I. Influence of potassium nutrition on gas exchange characteristics and water relations in cotton (*Gossypium hirsutum* L.). **Photosynthetica**, v. 42, n. 2, p. 251-257, 2004.

PIRES, A. A.; MONNERAT, P. H.; MARCIANO, C. R.; PINHO, L. G. R.; ZAMPIROLI, P. D.; ROSA, R. C. C.; MUNIZ, R. A. Efeito da adubação alternativa do maracujazeiro amarelo nas características químicas e físicas do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 5, p. 1997-2005, 2008.

PIZARRO, D. **Drenaje agrícola y recuperacion de suelos salinos**. Madri: Ed. Agricola Espanola, 1978, 520 p.

PLAUT, Z.; EDELSTEIN, M.; BEN-HUR, M. Overcoming salinity barriers to crop production using traditional methods. **Critical Reviews in Plant Science**, v. 32, n. 2, p. 250-261, 2013.

PRADO, R. M.; NATALE W. **Nutrição e adubação do maracujazeiro no Brasil**. Uberlandia: EDUFU, 2006. 192p.

- QUEIROZ, J. E.; GONÇALVES, A. C. A.; SOUTO, J. S.; FOLEGATTI, M. V. Avaliação e monitoramento da salinidade do solo. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. (eds.). **Manejo da Salinidade na Agricultura: Estudos Básicos e Aplicados**. Fortaleza: INCTSal. Parte II, Cap. 5, p. 63-82, 2010.
- RAIJ, B. van.; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade do solo**. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 2001, 285p
- RAMALHO, A. R.; SOUZA, V. F.; SILVA, M. J. G.; VIEIRA JÚNIOR, J. R.; CASSARO, J. D. **Condicionantes agroclimáticas e riscos tecnológicos para a cultura do maracujazeiro em Rondônia**. Porto Velho: Embrapa 2011. 10p (Comunicado Técnico, 372).
- RAMESHWARAN, P.; TEPE, A.; YAZAR, A.; RAGAB, R. Effects of drip-irrigation regimes with saline water on pepper productivity and soil salinity under greenhouse conditions. **Scientia Horticulturae**, v. 199, n. 16, p. 114–123, 2016.
- REEB, D. Einfluss der Kaliumdüngung auf das Wachstum und die Wassernutzungseffizienz von Ackerbohne (*Vicia faba*), Sommerweizen (*Triticum aestivum*) und Tomate (*Solanum lycopersicum*) unter Kontroll, Trocken stress bzw. Salinitätsbedingungen, **Ökotoxologie und Umwelt Management**, v. 1, n. 2, p. 121-130, 2010.
- REBEQUI, A. M.; CAVALCANTE, L. F.; DINIZ, A. A.; NUNES, J. C.; BREHM, M. A. S.; OLIVEIRA, F. A. Crescimento e produção de maracujazeiro amarelo sob diferentes níveis e combinações de adubações nitrogenada e potássica no solo e foliar nas plantas. **Magistra**, Cruz das Almas, v.23, n.1, p.35-42, 2011.
- RESENDE, A. V.; MARTINS, E. S.; OLIVEIRA, C. G.; SENA, M. C.; MACHADO, C. T. T.; KISPARA, D. I.; OLIVEIRA FILHO, E. C. O suprimento de potássio e pesquisa de uso de rochas “in natura” na agricultura brasileira. **Espaço e Geografia**, v. 9, n. 1, p. 19-42, 2006.
- RIBEIRO, L.S.; SANTOS, A.R.; SOUZA, L.F.S.; SOUZA, J.S. Rochas silicáticas portadoras de potássio como fontes do nutriente para as plantas solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 34, n. 1, p. 891-897, 2010.
- RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils**. Washington: United States Salinity Laboratory Staff, 1954. 160p. (Agriculture, 60).
- RHOADES, J. D.; CORWIN, D.L.; LESCH, S.M. Geospatial measurements of soil electrical conductivity to assess soil salinity and diffuse salt loading from irrigation. In: D.L. CORWIN, D. L.; LOAGUE, K.; ELLSWORTH, T. R. (Eds). **Assessment of non-point source pollution in the vadose zone**, Washington; Geophysical Monogr . Cap. 11, p. 197–215. 1999.

RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. **Uso de águas salinas para produção agrícola**. Campina Grande: UFPB, 2000. 117 p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 48).

ROCHA, J. C.; ROSA, A. H. **Substâncias húmicas aquáticas – interações com espécies metálicas**. São Paulo, UNESP, 2003. 110p.

RODOLFO JUNIOR, F. **Resposta do maracujazeiro-amarelo e da fertilidade do solo com biofertilizantes e adubação mineral com NPK**. Areia. 2007. 83f. (Dissertação Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba.

RODRIGUES, L. A.; GOMES, M. A.; RIBEIRO, T. S.; SILVA, C. C.; MARTINS, M. A. Lixiviação de potássio na água de drenagem de solo com cultivo de mudas de goiaba. **FERTBIO**. Lages Santa Catarina. 2004. P. 1-5.

RODRIGUES, A. C. N. **Biofertilizante supermagro: efeitos no crescimento, produção, qualidade frutos de maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis Sims*) e na fertilidade do solo**. Areia. 2007. 79f. (Dissertação Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba.

RODRIGUES, A. C.; CAVALCANTE, L. F.; OLIVEIRA, A. P.; SOUSA, J. T.; MESQUITA, F. O. Produção e nutrição mineral do maracujazeiro amarelo em solo com biofertilizante supermagro e potássio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, n. 2, p. 117-124, 2009.

ROSOLEM, C. A.; SANTOS, F. P.; FOLONI, J. S. S.; CALONEGO, J. C. Potássio no solo em consequência da adubação sobre a palha de milho e chuva simulada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 6, p. 1033-1040, 2006.

RÓS, A. B.; HIRATA, A. C. S.; NARITA, N. Produção de raízes de mandioca e propriedades química e física do solo em função de adubação com esterco de galinha. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 3, p. 247-254, 2013.

SALES, J. A. F. **Adubação com biofertilizante e ureia na cultura do feijão caupi**. Fortaleza. 2011. 36p. (Trabalho de Conclusão de Curso), Graduação em Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

SANTOS, A. C. V. **Biofertilizante líquido: defensivo da natureza**. EMATER-RIO, 1992, 16p. SANTOS, A. C. V.; AKIBA, F. **Biofertilizante líquido: uso correto na agricultura alternativa**. Seropédica: UFRJ, Imprensa Univertária, 1996. 35p.

SANTOS, R. V.; CAVALCANTE, L. F.; VITAL, A. F. M. Interações Salinidade-Fertilidade do Solo. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. (Eds.). **Manejo da Salinidade na**

Agricultura: Estudos Básicos e Aplicados. Fortaleza: INCTSal. Parte IV, Cap. 14, p. 221 – 252, 2010.

SANTOS, A. P. R. **Efeito da irrigação com efluente de esgoto tratado, rico em sódio, em propriedades químicas e físicas de um Argissolo Vermelho Distrófico, cultivado com capim Tifton 85.** Piracicaba. 2004. 82f. (Dissertação Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo.

SANTOS, M. A.; FREIRE, M. B. G. S.; ALMEIDA, B. G.; LINS, C. M. T.; SILVA, E. M. Dinâmica de íons em solo salino-sódico sob fitorremediação com *Atriplex nummularia* e aplicação de gesso. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.4, p.397–404, 2013.

SANTOS, G. P.; LIMA NETO, A. J.; CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANTE, Í. H. L.; SOUTO, A. G. L. Crescimento e produção do maracujazeiro amarelo, sob diferentes fontes e doses de fósforo em cobertura. **Bioscience Journal**, v. 30, supplement 2, p. 525-533, 2014.

SARWAR, G.; HUSSAIN, N.; SCHMEISKY, H.; SUHAMMAD, S.; IBRAHIM, M.; AHMAD, S. Efficiency of various organic residues for enhancing rice-wheat production under normal soil conditions. **Pakistan Journal Botanic**, v. 40, n. 5, p. 2107-2113, 2008.

SAS Institute Inc. **SAS/STAT 9.3 User's Guide**. Cary, NC: SAS Institute Inc. 2011. 8621 p.

SILVA FILHO, A. V. E.; SILVA, M. I. V. **Importância das Substâncias Húmicas para a Agricultura.** (2011) Disponível em: http://audienciapublica.ana.gov.br/arquivos/importancia_da_subst_humicas.pdf, acessado em 11/12/2015.

SILVA, A. A. G. **Maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. Sims): Aspectos relativos à fenologia, à demanda hídrica e à conservação pós-colheita.** Botucatu. 2001. 97f. (Tese Doutorado). Faculdade de Ciências Agronômicas - Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho”. Botucatu.

SILVA, E. N. R. V.; RIBEIRO S. L.; FERREIRA-SILVA; R. A. VIÉGAS; J. A. G. SILVEIRA. Comparative effects of salinity and water stress on photosynthesis, water relations and growth of *Jatropha* plants. **Journal of Arid Environments**, v. 74, n. 10, p. 1130-1137, 2010.

SILVA, J. L. A.; ALVES, S. S. V.; NASCIMENTO, I. B.; SILVA, M. V. T.; MEDEIROS, J. F. Evolução da salinidade em solos representativos do Agropólo Mossoró-Assú cultivado com meloeiro com água de diferentes salinidades. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 7, n. 4, p. 26-31, 2011.

SILVA, M. V. T.; LIMA, R. M. S.; MEDEIROS, J. F.; MEDEIROS, A. M. A.; SILVA, N. K. C.; OLIVEIRA, F. L. Evolução da salinidade do solo em função de diferentes doses de nitrogênio e salinidade da água de irrigação. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v.9, n.2, p 126-136, 2013.

SOARES, L. A. A.; FURTADO, G. F.; ANDRADE, E. M. G.; SOUSA, J. R. M.; GUERRA, H. O. C. NASCIMENTO, R. Troca de CO₂ do feijão-caupi irrigado com água salina e fertilização nitrogenada. **Revista Agropecuária Científica no Semiárido**, v.9, n.3, p. 30-37, 2013.

SOARES, F. A. L.; CARNEIRO, P. T.; GOMES, E. M.; GHEYI, H. R.; FERNANDES, P. D. Crescimento e produção do maracujazeiro amarelo sob irrigação suplementar com águas salinas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 3, n. 2, p. 151 – 156, 2008.

SOUSA, V. F.; FOLEGATTI, M. V.; COELHO, M. A.; FRIZZONE, J. A. Distribuição radicular do maracujazeiro sob diferentes doses de potássio aplicados por fertirrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.6, n.1, p. 51-56, 2002.

SOUSA, G. B.; CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANTE, I. H. L.; BEKMANN CAVALCANTE, M. Z.; NASCIMENTO, J. A. Salinidade do substrato contendo biofertilizante para formação de mudas de maracujazeiro amarelo irrigado com água salina. **Revista Caatinga**, v. 21, n. 2, p.172-180, 2008.

SOUSA, G. G.; VIANA, T. V.A.; BRAGA, E. S.; AZEVEDO, B. M.; MARINHO, A. B.; BORGES, F. R. M. Fertirrigação com biofertilizante bovino: Efeitos no crescimento, trocas gasosas e na produtividade do Pinhão-manso. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.. 8, n. 3, p. 503-509, 2013.

SOUSA, A. E. C.; LACERDA, C. F.; GHEYI, H. R.; SOARES, F. A. L.; UYEDA, C. A.; Teores de nutrientes foliares e respostas fisiológicas em pinhão manso submetido a estresse salino e adubação fosfatada. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 2, p. 144-152, 2012.

SOUSA, G. G., LIMA, F. A., GOMES, K. R., VIANA, T. V. A., COSTA, F. R. B., AZEVEDO, B. M., MARTINS, L. F. Irrigação com água salina na cultura do amendoim em solo com biofertilizante bovino. **Nativa, Sinop**, v. 02, n. 02, p. 89-94, 2014.

SOUTO, A. G. L.; CAVALCANTE, L. F.; DINIZ, B. L. M. T.; MESQUITA, F. O.; NASCIMENTO, J. A. M.; LIMA NETO, A. J. Água salina e biofertilizante bovino na produção de frutos e alocação de biomassa em noni (*Morinda citrifolia* L.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 17, p. 340-349, 2015.

SOUZA, H. A.; ROZANE, D. E.; AMORIM, D. A.; MODESTO, V. C.; NATALE, W. Uso fertilizante do subproduto da agroindústria processadora de goiabas I - Atributos químicos do solo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 3, p. 713- 724, 2014.

SURFER, Version 8.0. - **Contouring, Gridding, and Surface Mapping Package for Scientists and Engineers**, 2002.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. Porto Alegre: Artmed Editora, 2013, 820 p.

VIAPIANA, A. M. **Fertilizantes de liberação lenta e controlada de n como estratégia para aumentar a eficiência da adubação nitrogenada no híbrido de milho AS 1565**. Lages. 2014. 86 f. (Dissertação Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Estadual de Santa Catarina.

VIEIRA, D. B. **Noções de irrigação e drenagem**. 2ª ed. São Paulo: Universidade Estadual de Limeira, 1972, 387 p.

VIEIRA, B.A.R.M.; TEIXEIRA, M.M. Adubação de liberação controlada chega como solução. **Revista Campo & Negócios**, Uberlândia, v.41, n.3, p.4-8, 2004.

WANG, X. ; YANG, J.; LIU, G.; YAO, R.; YU, S._ Impact of irrigation volume and water salinity on winter wheat productivity and soil salinity distribution. **Agricultural Water Management**, v. 149, p. 44–54, 2015.

WHALEN, J. K.; CHANG, C.; CLAYTON, G. W.; CAREFOOT, J. P. Cattle manure amendments can increase the pH of acid soils. **Soil Science Society of America Journal**, v. 64, n.3, p. 962-966, 2000.

ZAIN, N. A. M., ISMAIL, M. R. Effects of potassium rates and types on growth, leaf gas exchange and biochemical changes in rice (*Oryza sativa*) planted under cyclic water stress. **Agricultural Water Management**, v. 164, n. 1, p. 83-90, 2016.